

UNIVERSITÉ DE NANCY

FACULTÉ DES SCIENCES

THÈSES

présentées

à la Faculté des Sciences de Nancy

pour obtenir

le grade de Docteur ès sciences naturelles

PAR

Louis SUDRY

Licencié ès sciences

Préparateur de Géologie à la Faculté des Sciences de Caen

I^{re} THÈSE : L'ÉTANG DE THAU, ESSAI DE MONOGRAPHIE OCÉANOGRAPHIQUE

II^e THÈSE : PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le **29 OCT 1910** devant la Commission d'examen

Président : M. LE MONNIER

Examineurs : MM. THOULET et CUÉNOT



IMPRIMERIE DE MONACO

—
1910

UNIVERSITÉ DE NANCY

FACULTÉ DES SCIENCES

THÈSES

présentées

à la Faculté des Sciences de Nancy

pour obtenir

le grade de Docteur ès sciences naturelles

PAR

Louis SUDRY

Licencié ès sciences

Préparateur de Géologie à la Faculté des Sciences de Caen

I^{re} THÈSE : L'ÉTANG DE THAU, ESSAI DE MONOGRAPHIE OCÉANOGRAPHIQUE

II^e THÈSE : PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le **29 OCT 1910** devant la Commission d'examen

Président : M. LE MONNIER

Examineurs : MM. THOULET et CUÉNOT



IMPRIMERIE DE MONACO

1910



UNIVERSITÉ DE NANCY

FACULTÉ DES SCIENCES

Doyen :

M. FLOQUET, , .

Assesseur :

M. PETIT, , , .

Doyen honoraire :

M. GRANDEAU, C , , C .

Professeurs honoraires :

MM. GRANDEAU, C , , C ; FRIANT, , ; HALLER, O , ;
BLONDLOT, O , ; CARTAN, , ; BLAISE, .

Chargé de Cours honoraire :

M. MILLOT, .

Professeurs :

MM. LE MONNIER,  ,  , 	Botanique.
FLOQUET,  , 	Analyse.
THOULET,  , 	Géologie et minéralogie.
MOLK,  , 	Mécanique rationnelle.
CUÉNOT, 	Zoologie.
GUNTZ,  , 	Chimie minérale.
VOGT, 	Mathématiques appliquées.
PETIT,  ,  , 	Chimie agricole.
MULLER, 	Chimie physique et électrochimie.
NICKLÈS,  , 	Géologie
MINGUIN,  , 	Chimie.
GUTTON, 	Physique.
ROTHÉ, A 	Physique.
GRIGNARD, 	Chimie organique.
GUYOT, 	Chimie appliquée à la teinture et à l'impression.
WAHL, A 	Chimie industrielle.

Chargés de Cours :

M. BOUTROUX, A ..... Calcul différentiel et intégral.

Professeurs adjoints :

MM. GAIN, I U.....	Botanique.
BOUIN, I U, 	Zoologie appliquée.

Maitres de Conférences :

MM. MAUDUIT, I U.....	Électrotechnique.
REBOUL, A U.	Physique.

Directeurs de Laboratoire :

MM. HAHN, A U.....	Laboratoire de mécanique appliquée
WENCELIUS.....	Laboratoire d'analyses industrielles.

Chargé d'un Cours complémentaire :

M. MARSAL, I U.....	Météorologie.
---------------------	---------------

Secrétaire :

M. ROVEL, I U.

A

DIATOMEA

Profonde reconnaissance.

A

MON MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR J. THOULET

Respectueuse gratitude.

L'Étang de Thau

Essai de monographie océanographique

PAR LOUIS SUDRY

INTRODUCTION

Les étangs salés qui bordent les côtes plates et sablonneuses ont moins que les lacs attiré l'attention des observateurs. Leur étude se rattache pourtant plus étroitement à l'Océanographie et leur importance géologique est considérable, les dépôts lagunaires étant relativement répandus. La monographie d'un étang salé m'a semblé pouvoir présenter quelque intérêt. Les travaux relatifs aux lagunes qui bordent le littoral de la France sont déjà nombreux : il suffira de citer ceux de M. Hauteux et de la Station Zoologique d'Arcachon sur les étangs des côtes de Gascogne ; de MM. Marion et Gourret sur ceux des bords de la Méditerranée ; de M. Pavillard sur l'étang de Thau. En Italie, l'Institut Royal vénète des Sciences, Lettres et Arts, poursuit, depuis la fin de 1906, une série de recherches sur les lagunes de Venise. Dans ces diverses œuvres il est rarement question d'une façon détaillée de l'étude lithologique des sédiments. Aussi les nouvelles recherches, nécessitées par un essai de monographie, devaient se rapporter en grande partie à la constitution des fonds, à leur composition chimique, à leurs caractères minéralogiques. Au sujet des eaux, la distribution de la température et de la densité dans les diverses régions, et le mécanisme de leur régularisation dans les couches d'eau les plus profondes de la lagune étaient le plus intéressant à étudier. L'étang de Thau m'a paru devoir être choisi comme sujet de mon travail : sa surface est assez vaste ; il fait partie d'une longue série de lagunes saumâtres ; il a, entre tous les étangs des côtes de France, particulièrement bien conservé ses caractères marins ; enfin, pendant un séjour de trois ans à Montpellier, quelques voyages à Cette m'avaient familiarisé avec lui.

Pour mener à bien ce travail, j'ai contracté beaucoup de dettes de reconnaissance ; qu'on me permette de les rappeler.

Je dois tout d'abord témoigner ma profonde reconnaissance à l'ami de l'Océanographie qui ne veut être connu que sous le nom de Diatomea. Grâce à sa générosité j'ai pu être admis comme Préparateur au laboratoire de M. Thoulet, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. M. Thoulet a été mon guide dans la science de la mer et je m'honore d'être son disciple. Son ardeur, ses idées neuves et fécondes m'ont soutenu dans mon travail, ainsi que ses précieux conseils, son affectueux dévouement et sa bienveillante direction. Je tiens à lui présenter, ici, l'expression de ma respectueuse et vive gratitude.

Je renouvelle à M. Duboscq, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, Directeur de la Station Zoologique de Cette, où j'ai reçu la plus large hospitalité, mes sentiments de profond attachement et de reconnaissance.

Que l'Administration de la Marine agréée le témoignage de ma respectueuse gratitude : la plupart des échantillons ayant servi à mon travail ont été recueillis à bord du *Marseillan*, garde-pêche de l'étang de Thau, et MM. les Administrateurs de la Marine de Cette et de Marseillan m'ont obligeamment fourni de nombreux documents au sujet des pêches.

Il me faut remercier tout particulièrement M. Chevallier, chargé des Travaux pratiques de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Nancy, pour m'avoir initié à la technique de l'Océanographie et prêté l'aide la plus bienveillante dans la récolte des échantillons de fonds et d'eaux et dans un certain nombre de mesures qu'il était indispensable d'effectuer à deux, et M. Collin, Préparateur à la Station Zoologique de Cette, qui a eu l'amabilité de m'envoyer plusieurs échantillons de fonds sous-marins et de reviser la détermination de quelques coquilles.

Je prie de recevoir mes respectueux remerciements :

M. Renaud, Ingénieur Hydrographe en chef de la Marine, qui a bien voulu accorder l'autorisation de reproduire la carte à grande échelle levée par le Service Hydrographique, pour y figurer la lithologie de l'étang de Thau ;

MM. les Ingénieurs Guibal et Girard et M. Bourgeois, Conducteur des Ponts et Chaussées, qui ont eu l'obligeance de me communiquer les courbes des marégraphes de Cette, des documents météorologiques et une étude sur les courants du port ;

M. le Directeur des Bains de Balaruc, M. le Directeur de la Compagnie des Salins du Midi, M. Paul, Ingénieur à Balaruc-les-Bains, pour les renseignements qu'ils m'ont adressés ;

M. Soulier, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Montpellier, et M. Vaysière, Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, pour leurs déterminations de certaines coquilles et de tubes de Serpuliens.

La connaissance de l'étang et l'habileté professionnelle du patron du garde-pêche le *Marseillan* et du pêcheur de la Station Zoologique de Cette, Pierre Bado, m'ont été d'un grand secours ; je leur adresse à tous deux mes sincères remerciements.

Enfin, M. Joubin, Professeur au Museum, Professeur à l'Institut Océanographique, et M. le Dr Richard, Directeur du Musée Océanographique de Monaco, qui m'ont fait l'honneur de publier mon travail dans les *Annales de l'Institut Océanographique*, me permettront de leur exprimer ma profonde et respectueuse reconnaissance.

I

HISTORIQUE

Géographes grecs et latins. Moyen âge. xviii^e siècle : Astruc ; Pouget ; de Gensanne ; Mercadier.
xix^e siècle : Creuzé de Lesser ; Bernard ; Bourguignon-Duperré ; Marcel de Serres ; Eug. Thomas ; Régy ; Delesse ; Cazalis de Fondouce ; Malavialle ; E. Bonnet ; Service hydrographique de la Marine ; Gourret. xx^e siècle : Pavillard.

La partie des côtes méditerranéennes située entre les collines d'Agde et de Cette, sur l'emplacement actuel de l'étang de Thau, a été l'objet de remarques de la plupart des géographes grecs et latins des premiers siècles de notre ère. Strabon fixe la position de cette région vers le milieu du cercle décrit par le golfe du Lion. Pomponius Mela cite les étangs des Volces et la colline de Mèze formant une presqu'île. Plus tard, au iv^e siècle, Festus Avienus parle de la côte sablonneuse et des rivages privés d'habitants, s'étendant depuis l'île de Brescou jusqu'au mont de Cette à la cime ombragée de pins et dont la base se perd dans l'étang de Taphrus ou Taurus. L'ancienne orthographe est en effet Taur, puis Tau et enfin Thau.

Pendant le moyen âge, les documents mentionnent quelquefois le nom de Taurus. Un seul fait est intéressant à mentionner ici, la division de l'étang de Thau, dans un acte de l'année 1292, en deux parties : *nigrum stagni de Tauro et album stagni*. Cette distinction entre l'étang noir et l'étang blanc (1) se retrouve de nos jours : on appelle « les Eaux Blanches » la partie orientale de Thau.

Au xvii^e siècle, le Gouvernement français, voulant donner un essor nouveau à la marine, songea à construire un port dans cette région inhospitalière des côtes languedociennes. Mais lorsque, après bien des vicissitudes, on eut creusé le port de Cette, l'œuvre menée à bonne fin se trouva menacée par les ensablements. Aussi trouve-t-on à la fin du xvii^e et dans tout le cours du xviii^e siècle, de nombreux ouvrages relatifs au port de Cette ou à l'étang de Thau et dans lesquels on cherche la façon de se défendre contre l'envahissement des sables.

(1) La différence d'aspect entre les eaux noires et les eaux blanches est due à la profondeur : les régions où la couche d'eau n'a que peu d'épaisseur réfléchissent mieux la lumière et paraissent plus brillantes et plus claires.

Au moment de la création de Cette, en 1665, Colbert adresse un rapport au roi et le chevalier de Clerville prononce, devant Messieurs des Etats de Languedoc assemblés à Pézenas, un « Discours sur les ouvertures appelées graus par lesquelles les étangs et quelques rivières du Languedoc se déchargent dans la Méditerranée ». Il montre les avantages qu'entraînerait le creusement d'un canal entre Thau et la mer, sorte de grau artificiel qui servirait de port. Ce travail fut exécuté de 1666 à 1668, mais la construction d'une jetée en 1673 provoqua l'ensablement du nouveau port.

En 1736, M. de Basville (1), intendant du Languedoc, se demande si les sables envahisseurs viennent du Rhône ou sont enlevés par les flots de la mer chassés par le vent du Midi.

Presque en même temps, Astruc (2) explique comment les côtes languedociennes se modifient sous l'action des atterrissements; il énumère dix preuves historiques de la réalité des changements produits: la dixième « que les noms de lieux, celtiques sur la route de Nîmes à Béziers, sont tous latins au sud de cette route » a été citée par de Lapparent dans son *Traité de Géologie* (3). Les atterrissements ont pour effet la séparation de plus en plus complète des étangs et de la mer par la plage. Leur origine, d'après Astruc, doit être cherchée dans les eaux du Rhône chargées d'alluvions, et entraînées vers l'ouest par un courant littoral assez puissant pour faire dévier les bateaux de leur route (4). Le mouvement de rotation de la Terre renforcerait encore l'action du courant. Dans un autre chapitre de son ouvrage, l'auteur décrit « Rocairals », rocher situé au milieu de l'étang de Taur, tout couvert de Mytuli, Lepades, Balani, Echini (5), et raconte que, « pour y voir en les pêchant, les pêcheurs versent une goutte d'huile ». Un passage assez long est consacré à « une source abondante, ou pour mieux dire une rivière qui naît dans l'étang même, entre les bains de Balaruc et le village de Bouzigue, dans un endroit plus profond qu'ailleurs et appelé pour cette raison l'Ayysse ou l'Abyssse, c'est-à-dire *abyssus*, l'abîme » (6). Plus loin (7), l'auteur parle d'un gouffre situé au niveau de l'eau de l'étang, vis-à-vis de l'église Notre-Dame, paroisse des bains de Balaruc, donnant de l'eau à Taur pendant l'automne et l'hiver, et en recevant pendant les mois de printemps et d'été.

A la question des ensablements devait bientôt s'adjoindre celle de l'insalubrité. En l'année 1775, la Société Royale des Sciences de Montpellier envoyait à l'Académie des Sciences de Paris, qui le publiait, un mémoire de Pouget, lieutenant de l'Amirauté à Cette, sur les atterrissements des côtes du Languedoc (8). Le Rhône, d'après Pouget, charrie des graviers, des sables, des limons qui ne s'arrêtent pas tous dans la Crau et dans la Camargue. Une partie est entraînée dans la Méditerranée et rejetée sur les côtes par le

(1) DE BASVILLE. *Mémoires pour servir à l'histoire du Languedoc*. Amsterdam, 1736.

(2) ASTRUC. *Mémoires pour l'histoire naturelle de la province de Languedoc*, à Paris, chez Guillaume Cavelier, 1740, p. 370 et 371.

(3) DE LAPPARENT. *Traité de Géologie*, 5^e édit., p. 248.

(4) ASTRUC, *loc. cit.*, p. 379.

(5) ASTRUC, *loc. cit.*, p. 310.

(6) ASTRUC, *loc. cit.*, p. 306 et 307.

(7) ASTRUC, *loc. cit.*, p. 308.

(8) POUGET. *Mémoire sur les Attérissemens des Côtes du Languedoc*, Histoire de l'Académie des Sciences, année 1775.

courant littoral. Presque toutes les plaines du bas Languedoc sont ainsi l'œuvre de la mer et bientôt va s'y ajouter une vaste étendue de terres nouvelles. L'auteur explique ensuite comment les sables gris du Rhône, que l'on retrouve jusqu'au delà des Pyrénées, se déposent non pas contre la côte même, mais suivant un banc parallèle à celle-ci : il en attribue la cause à ce que les filets du courant venant heurter le rivage se réfléchissent et sont ensuite croisés par ceux du courant direct. Les deux mouvements se neutralisent et le remous produit a pour effet la formation d'un dépôt « sur la ligne où le courant réfléchi est en équilibre avec le courant direct, comme on voit dans les ports ou dans les grands bassins, lorsqu'il y a du mouvement, les petits corps flottants se disposer sur une ligne parallèle aux quais, à une petite distance ». Ainsi s'expliquerait la formation d'une étroite plage de sable assez exactement parallèle aux contours du continent, s'étendant depuis les embouchures du Rhône jusqu'au pied des Pyrénées et réunissant les caps et les îles qui se sont trouvés dans sa direction et qui lui ont ainsi servi de points d'attache. D'après une note du mémoire, la forme des plages dépendrait de la configuration des anciennes côtes : en général, partout où la côte est unie, la plage l'est aussi et lui est parallèle ; devant les caps peu avancés elle forme des pointes ; devant les falaises escarpées, l'ensablement fait défaut, mais il est alors d'autant plus considérable à quelque distance à l'ouest. La pente de la côte vers le large, voisine de $1/80$, serait d'autant moins rapide qu'on se rapprocherait davantage des embouchures du Rhône. L'auteur note ensuite le contraste entre les plages qui existent depuis des siècles sans avoir subi de réelles modifications et les étangs, jadis nappes continues très profondes, communiquant avec la mer par de larges et nombreuses ouvertures appelées graux, et transformées maintenant en lagunes sans profondeurs, marécages isolés les uns des autres et presque toujours dépourvus de graux. Il montre la double cause de l'assèchement des étangs : l'ensablement, qui provient des sables marins apportés par les courants des graux et par les vents qui soufflent sur la plage, et les atterrissements, œuvre des rivières qui viennent déposer leurs alluvions dans des eaux presque stagnantes. Le rôle des dépôts de rivières augmente sans cesse, tandis que celui de la mer diminue. En effet, les graux s'ensablent tous s'ils ne servent pas d'écoulement aux eaux d'un fleuve. « Le port de Cette (1) est un grau à beau-
« coup d'égards, mais les courants du lac assez profond qu'on nomme étang de Tau y
« produisent du mouvement et il y a lieu d'espérer qu'au moins pendant plusieurs siècles
« on n'y verra pas accumuler les dépôts, et qu'on le conservera en continuant à enlever
« tous les ans, comme on le fait maintenant, une petite quantité de sable. Tous les autres
« graux sont comblés ; et si la violence des tempêtes et l'élévation extraordinaire de la mer
« les recreusent quelquefois, ce n'est que pour quelques instants. » La conclusion du mémoire est qu'il conviendrait de favoriser les ensablements et de diminuer les atterrissements afin que les étangs se trouvent recouverts de sable stérile, il est vrai, mais ne dégageant pas, à la différence des limons de rivières, des miasmes dangereux. Bien qu'ils n'aient pas trait à l'étang de Thau, il n'est pas inutile de mentionner deux autres passages intéressants du mémoire : le premier (2) est la description restée classique du courant

(1) POUGET, *loc. cit.* p. 569.

(2) POUGET, *loc. cit.* p. 563.

circulaire de la Méditerranée, entrant par le détroit de Gibraltar, se dirigeant vers l'est le long de la côte d'Afrique, continuant vers l'ouest le long des côtes méridionales d'Europe et sortant enfin par le même détroit de Gibraltar. Le second (1) est un exposé du cycle des phénomènes géologiques qui fait de Pouget un véritable précurseur.

De la Lande, en 1778, pense également (2) que les sables qui ont formé les atterrissements et qui combleraient le port de Cette si l'on n'y apportait une attention continuelle, sont amenés par le Rhône.

Telle est encore l'opinion de de Gensanne (3) qui décrit quelques curiosités naturelles des environs de Thau. Il rapporte (4) qu'en 1775 on a découvert au nord du mont de Cette une source de même température et de même composition que les eaux de Balaruc ; il ajoute que le propriétaire ayant commis l'imprudence de creuser plus profondément avait donné issue à des eaux froides et saumâtres qui s'étaient mélangées aux eaux thermales, comme si les eaux de l'étang avaient fait irruption dans la source.

Toutes les mesures prises en vue de ralentir l'ensablement du port de Cette ayant échoué, la Société Royale des Sciences de Montpellier mit au concours un prix pour le meilleur mémoire sur la cause des ensablements des ports du Languedoc et sur les moyens de les empêcher à l'avenir. Le travail de l'ingénieur Mercadier fut couronné en 1784 et 1786, celui de Frémond de la Merveillère en 1787. Les deux mémoires furent publiés à Montpellier en 1788. L'année précédente, Dorthes avait déjà donné un « aperçu sur les atterrissements de la Méditerranée dans le bas Languedoc ».

Contrairement aux conclusions des auteurs précédents, Mercadier (5) ne reconnaît pas au Rhône l'importance qu'on lui avait attribuée au sujet de la formation du cordon sablonneux des côtes languedociennes. Si les sables du Rhône étaient charriés jusqu'à Cette et Agde, « comment se fait-il que le limon qui est plus léger n'y soit pas entraîné ? » Loin que les côtes du Languedoc reçoivent tous leurs sables du même fleuve, elles en « recevraient encore davantage si le Rhône n'existait pas... (6) ; car il n'y a pas de doute « que ceux du courant du Levant qu'il tourne vers le large avec ceux que ses propres eaux « charrient ne soient incomparablement au-dessus de ceux qui peuvent échapper de son « cours pour se porter vers le Couchant ». Les sables, d'après Mercadier, proviennent de la mer, sauf une faible partie qui arrive du Rhône, de l'Hérault, et des petites rivières du littoral. Pour les arrêter dans leur cheminement vers l'ouest, il suffit d'une rivière, du moindre obstacle en travers de la plage et de la zone des bas-fonds. Quelques lignes seulement sont consacrées à l'étang de Thau et une grande partie du mémoire étudie d'une façon très complète les courants du port de Cette, causés par toute dénivellation entre la mer et l'étang.

Reprenant quelques-unes des idées de Mercadier, Grangent (7) (1805) écrit une œuvre

(1) POUGET, *loc. cit.* p. 563.

(2) DE LA LANDE. *Des canaux de navigation et spécialement du canal de Languedoc*, 1778.

(3) DE GENSANNE. *Histoire naturelle de la province de Languedoc*, 1775-79.

(4) DE GENSANNE. *loc. cit.*, p. 20.

(5) MERCADIER. *Recherches sur les ensablements des ports de mer et sur les moyens de les empêcher à l'avenir, particulièrement dans les ports de Languedoc*. V. Martel aîné. Montpellier, 1788.

(6) MERCADIER, *loc. cit.* p. 39.

(7) GRANGENT. *Faits historiques sur l'île et la presqu'île de Sète*. Montpellier, an XIII, 1805.

surtout historique. La même année, les descendants de Riquet relatent l'histoire du canal de Languedoc.

Des renseignements plus précis et plus nouveaux sur l'étang de Thau se trouvent dans la Statistique du département de l'Hérault, de Creuzé de Lesser (1). « L'étang a 19 kilomètres de longueur sur 5 de largeur ; des sondes faites dans toutes les directions ont fait « connaître que sa profondeur était généralement de 8 à 11 mètres dans l'espace compris « entre le rocher de Roquerols et une ligne divisoire qui serait tirée de Mèze au château « des Salins de Cette. Au delà de cette ligne, elle varie de 5 à 8 mètres, et elle décroît « ensuite en se dirigeant vers l'embouchure du canal des Deux-Mers, où elle est de « 3 mètres à 3 m. 50 par le travers de Marseillan. Le fond est d'argile recouverte d'une « couche de vase. Il est d'une bonne tenue, à l'exception de plusieurs bancs de roches « qui longent l'étang du côté de la terre entre Mèze et Marseillan et qui, en certains « points, s'étendent jusqu'au tiers de sa largeur. On remarque aussi qu'entre le rocher de « Roquerols et Mèze, le fond de l'étang forme plusieurs petites élévations ou monticules, « vulgairement nommés « les cadoules », qui sont composées d'un terrain argileux très « ferme et sur lesquelles il n'y a que 6 à 7 mètres de profondeur, tandis qu'au pourtour « on trouve un fond d'eau de 10 à 11 mètres. » En même temps que cette description précise et exacte, de Lesser donne une preuve de l'existence toute récente de Thau : on aurait découvert, rapporte-t-il (2), partant de Balaruc dans la direction d'Agde, les murs d'un canal ou d'un aqueduc enfouis sous les eaux de l'étang à une profondeur de 15 pieds et parfaitement conservés ; mais ces dires n'ont pas été vérifiés. La statistique du département de l'Hérault renferme, en outre, un chapitre spécialement consacré à la pêche maritime à Cette et dans les étangs salés de l'Hérault.

L'inspecteur général des Ponts et Chaussées Bernard (3), appelé en 1833 à donner son avis sur le port de Cette, conclut que la vitesse du courant littoral, probablement inférieure à 5 ou 6 centimètres par seconde, n'est pas suffisante pour déplacer la moindre parcelle de sable quand la mer est calme, mais il en est autrement lorsque la mer est agitée. Les vagues remuent les sables et les soulèvent, leur action étant d'autant plus grande que la profondeur de l'eau est moindre. Dès l'instant où un grain de sable ne porte plus sur le fond, il est entraîné avec une vitesse égale à celle du courant ; il s'avance ainsi par mouvements successifs et ininterrompus jusqu'à ce qu'il soit arrivé en un point où la vague ne puisse plus avoir d'action sur lui. Les grains ténus demeurent en suspension et suivent le mouvement de la mer tant qu'elle est grosse ; le calme rétabli, ils descendent vers le fond avec une vitesse plus ou moins grande selon leur degré de ténuité, la durée de leur chute variant entre quelques secondes et plusieurs heures. Si l'eau possède un mouvement de translation, quelque faible qu'il soit, ils parcourent avant de se déposer sur le fond un chemin égal à celui que fait le courant pendant tout le temps qu'ils demeurent en suspension. Ainsi, malgré la faible vitesse du courant littoral, les sables se dirigent du nord-est

(1) CREUZÉ DE LESSER. *Statistique du département de l'Hérault*. Montpellier, 1824.

(2) CREUZÉ DE LESSER, *loc. cit.* Note p. 55 et 228.

(3) BERNARD. *Rapport sur la marche des sables et des attérissements du port de Cette*, 1833.

au sud-ouest, effectuant un parcours susceptible d'atteindre par les grosses mers plusieurs kilomètres en vingt-quatre heures.

Bourguignon-Duperré, ingénieur hydrographe en chef de la Marine, publia en 1838 un « Mémoire sur l'ensablement du port de Cette et sur une reconnaissance hydrographique des environs ». Il y traite de la marche des sables et reconnaît la présence, à diverses profondeurs, de courants suivant des directions très variables et même entièrement opposées. Sous la direction de cet éminent ingénieur, toutes les côtes du littoral français furent relevées, et en 1842 parut la carte n° 1134 du Service hydrographique de la Marine, de Maguelonne au cap d'Agde, donnant les résultats d'un grand nombre de sondages dans l'étang de Thau ainsi que l'indication de quelques-uns des fonds de vase ou de sable rencontrés.

La marche des dunes dans les environs de Cette (1) fut l'objet d'une note du géologue Marcel de Serres, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, auteur de nombreux travaux intéressant cette partie du bas Languedoc.

Le « Voyage historique et pittoresque autour de l'étang de Thau », publié par Eugène Thomas en 1846, dans l'Annuaire de l'Hérault, est la première œuvre dont le sujet soit exclusivement l'étang de Thau. Les terres, les villes, les habitants occupent tout particulièrement l'auteur, et si le « Voyage » offre quelque intérêt pour les océanographes, il mérite surtout d'être consulté par les géographes.

L'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Régy (2), continuant les beaux travaux de ses prédécesseurs, s'est spécialement occupé de l'assainissement du littoral méditerranéen du département de l'Hérault. Ses mémoires font ressortir le rôle bienfaisant que jouent pour l'étang de Thau les courants du canal de Cette : ils évacuent pendant l'été l'eau chaude et chargée de matières organiques pour la remplacer par de l'eau plus froide et plus pure, venant de la Méditerranée, et ils règlent le niveau de l'étang de façon à l'empêcher de trop s'élever au moment des pluies et de trop s'abaisser lors des périodes de sécheresse, si bien que le rivage, malgré sa faible pente, n'est pas très marécageux. L'importante question de la formation du cordon littoral et du comblement des étangs a été l'objet des travaux de Régy. Pour lui, les alluvions sont en même temps d'origine marine et d'origine fluviale. Les alluvions marines proviennent des bancs de sables et de roches sous-marines que les vagues désagrègent. Les fouilles faites à Cette pour le creusement d'une partie du canal maritime, ont fait connaître la nature de ces roches recouvertes par la mer. Elles ont montré, intercalés au milieu de lits de sable, des bancs d'une sorte de grès coquillier moderne, et, d'autre part, les sondages faits en mer, à l'est de Cette, ont accusé la même formation. Les alluvions fluviales contribuent surtout (3) à former de vastes deltas. Les sables rejetés sur les plages sont un mélange d'élé-

(1) MARCEL DE SERRES. *Note sur la marche des dunes dans les environs de Cette*. Mémoires de l'Académie de Montpellier, section des Sciences. T. I, pp. 137-140.

(2) RÉGY. *Mémoire sur l'amélioration du littoral de la Méditerranée dans le département de l'Hérault*. 1863, Paris, Dunod. — *Assainissement du littoral méditerranéen du département de l'Hérault*. Ponts et Chaussées. Rapport de l'ingénieur en chef. 1868.

(3) RÉGY. *Note sur les courants littoraux, la marche des sables, les atterrissements, les alluvions marines et fluviales, les deltas, la constitution de la plage et les travaux d'assainissement*. Bull. Soc. Géol. de France, 2^e série, t. XXV, 1868, pp. 917-920.

ments provenant de l'apport des rivières, des deltas récents ou anciens et de la décomposition au fond des eaux des bancs de grès. Les éléments soulevés par les vagues ou par les grosses mers sont entraînés dans des directions différentes, pendant le temps de leur chute, par les courants situés aux diverses profondeurs. La résultante de tous ces mouvements est une translation vers l'ouest : certains jours de tempête, 10000 et même 15000 mètres cubes de sédiments ont été amenés dans le port de Cette.

Le premier ouvrage où l'étude des fonds sous-marins fut entreprise d'une façon méthodique, la « Lithologie du fond des mers » de Delesse (1), contient quelques détails sur l'étang de Thau et sur les sédiments qui s'y déposent. Le cordon littoral serait l'œuvre, non seulement du Rhône, mais aussi d'autres rivières telles que l'Hérault ; la présence de lamelles d'orthose où l'on voulait voir une preuve de son origine rhodanienne s'explique aussi bien par la désagrégation des roches cristallines si abondantes dans la montagne Noire, le long du cours supérieur de l'Hérault et de ses affluents.

Plusieurs mémoires insérés dans le Bulletin de la Société languedocienne de Géographie traitent du littoral. D'abord, en 1889, M. de Cazalis de Fondouce donne une « Réponse à un programme pour servir à l'étude des érosions marines contemporaines sur les côtes de France et de l'Algérie », dans laquelle l'auteur résume en quelques pages les principaux travaux et les observations relatives aux côtes du bas Languedoc. Puis, après une étude sur l'histoire de la ville et du port de Cette (2), M. Malavialle, Professeur de Géographie à l'Université de Montpellier, caractérise d'une façon très claire la nature des côtes languedociennes (3). « Ce littoral étant habité depuis plus de 2.000 ans par des peuples civilisés, partout et sans cesse les témoignages historiques ou archéologiques s'y présentent à l'appui des théories et des inductions scientifiques pour les préciser et les confirmer. » On se rappelle que telle était l'opinion d'Astruc. Après avoir défini l'appareil littoral, M. Malavialle dépeint les lagunes et les étangs des Eaux-Blanches et de Thau « nappe d'eau vaste et profonde, vraie petite mer intérieure, avec ses bourrasques et ses tempêtes ». Le cordon littoral, qui isole ces étangs, serait une formation rhodanienne à l'est de la montagne de Cette, et devrait peut-être son origine, du mont de Cette au cap d'Agde, aux alluvions de l'ancien Hérault, opinion trop exclusive, à s'en rapporter aux analyses des sables de la région.

Les recherches historiques sur l'île de Cette (4), par M. E. Bonnet, corroborent les travaux de M. Malavialle. Quelques lignes seulement de la Géographie générale du département de l'Hérault (5) sont consacrées à l'étang de Thau, que M. Delebecque n'a pas non plus oublié dans son bel ouvrage sur les lacs français (6).

L'œuvre commencée par Bourguignon-Duperré devait bientôt être complétée et

(1) DELESSE. *Lithologie du fond des mers*. Paris, 1866.

(2) L. MALAVIALLE. *Coup-d'œil sur l'histoire de la ville et du port de Cette*. Bull. Soc. lang. de Géog., t. XVI, 1893.

(3) L. MALAVIALLE. *Le littoral du bas Languedoc*. Bull. Soc. lang. de Géog., t. XVII, 1894.

(4) E. BONNET. *Recherches historiques sur l'île de Cette avant l'ouverture du canal des Deux-Mers*. Montpellier, 1894.

(5) T. I. *Géographie physique*. Montpellier, 1891.

(6) DELEBECQUE. *Les lacs français*. Paris, 1898.

précisée par le Service hydrographique de la Marine; les cartes n^{os} 5172 et 10059, levées en 1895, sous la direction de M. Favé, par MM. Driencourt et Leine-Kugel assistés de M. Cot, nous ont servi de guides dans nos recherches.

A la création de la Station Zoologique de Cette correspondit bientôt l'apparition de travaux d'ordre surtout biologique, étudiant, grâce à toutes les ressources de cet établissement mises si libéralement à la disposition des travailleurs, la faune et la flore de l'étang de Thau. Les mémoires zoologiques de M. Gourret (1) renferment de nombreuses indications sur les sédiments de l'étang, les modifications de ses contours, la densité et la température de ses eaux. L'étude des pêcheries, l'examen de la faune avec ses caractères mixtes mi-saumâtres et mi-marins font particulièrement l'objet des recherches de M. Gourret. Enfin, M. Pavillard, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier, donne, au début de sa thèse de doctorat (2) sur le phytoplancton de l'étang de Thau, une courte et intéressante monographie de cet étang : il décrit son aspect général et ses modifications successives, la nature de ses sédiments, son régime hydrographique, la température, la transparence, la coloration, la salinité de ses eaux. La plus grande partie du travail se rapporte à des recherches planktoniques et à l'étude des variations quantitatives et qualitatives de la flore pélagique. Nous nous proposons d'entrer ultérieurement dans un examen plus approfondi de ces derniers ouvrages qui ont fourni une importante contribution à nos connaissances relatives à l'étang de Thau.

(1) GOURRET. *Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries*. Ann. Musée Hist. nat. de Marseille, t. V, mémoire n^o 1, 1897.

(2) J. PAVILLARD. *Recherches sur la flore pélagique (Phytoplancton) de l'étang de Thau*. Thèse de doctorat ès sciences naturelles. Montpellier, 1905.

II

TOPOGRAPHIE ET BATHYMÉTRIE

*Esquisse géologique du bassin versant. — Formation de l'étang de Thau.
Contours actuels. — Bathymétrie.*

A. Esquisse géologique du bassin versant.

Deux massifs paléozoïques et archéens de roches cristallines, la montagne Noire et les Cévennes, dominant au nord-est et au nord le bassin de l'étang de Thau (1). La série métamorphique y est très variée : granites à mica noir, microgranites, microgranulites, gneiss, gneiss granulitique, amphibolite, porphyroïde, phyllades, micaschistes, schistes micacés ou sériciteux, schistes à staurotide, avec quelques pointements éruptifs de diabase et de porphyrite. Les minéraux constitutifs de ces roches, quartz, feldspaths, micas, séricite, amphiboles, pyroxènes, staurotide, tourmalines, grenats, se sont répartis dans toutes les formations plus récentes. Actuellement, ils ne parviennent que d'une façon indirecte, qu'après remaniement de sédiments secondaires ou tertiaires, à l'étang de Thau dont le bassin versant ne porte aucun affleurement de terrains archéens ou primaires.

Les terrains secondaires, au contraire, y sont largement représentés. Une vaste étendue de jurassique supérieur se développe au nord de l'étang. La montagne de Cette, les collines de Balaruc ainsi que la partie occidentale de la Gardiole sont constituées par des calcaires grisâtres à *Terebratula moravica*, représentant le faciès tithonique de l'étage Portlandien. Ces calcaires sont généralement très compactes ; presque tous, près de l'étang de Thau, ont passé à l'état de dolomies plus ou moins cavernueuses, dont quelques-unes très friables et décomposées en sable et d'autres, plus nombreuses, extrêmement dures et résistantes, souvent un peu siliceuses. Villeveyrac, à 8 kilomètres au nord de Mèze, est au centre d'un bassin crétacé lacustre formant des gradins successifs qui s'appuient par leur base aux contreforts jurassiques. La partie inférieure de la série lacustre du Supracrétacé dans le Midi de la France a reçu le nom de Bégudien, la partie supérieure celui de Rognacien. A Villeveyrac, M. Roman (2)

(1) Carte géologique de la France à l'échelle du millionième. 1905.

(2) ROMAN. *Recherches sur le bas Languedoc*, 1897.

range dans le Bégudien des marnes ligniteuses à *Melania Goureti*, supportant par l'intermédiaire de grès, de poudingues et de marnes bigarrées, un calcaire souvent un peu marneux à *Unio Cazalici*. A un niveau supérieur, les calcaires de l'abbaye de Vallemagne, très riches en fossiles d'eau douce, également représentés au pied sud de la chaîne de la Gardiole, équivalent sans conteste au Rognacien.

Une assez grande surface du bassin versant de Thau est recouverte de sédiments tertiaires. L'étang lui-même se trouve dans une dépression miocène, entre les plis jurassiques de la Gardiole et de Montpellier. Aux étages Helvétien et Tortonien se rapportent des formations marneuses, sableuses et calcaires (1); assez peu consistantes, très voisines du bord de l'étang, elles sont rapidement détruites par les eaux sauvages et leurs débris constituent une grande partie des nouveaux sédiments.

Les marnes bleues helvétiques à *Pecten Fuchsi*, *Pecten substriatus*, *Ostrea crassissima*, alternent tantôt avec des bancs à moules de lamellibranches, tantôt avec des calcaires mollassoïdes. Elles sont recouvertes par endroits de marnes jaunes qui se durcissent un peu au contact du terrain jurassique. Dans les environs de Montbazin, de Poussan et de Loupian, des bancs d'huîtres de grande taille (*Ostrea crassissima*) attestent par leur développement, comme les roches jurassiques par leur état de désagrégation, la présence d'une ancienne falaise (2). Les marnes bleues de Bouzigues à *Pecten scabriusculus*, *Pecten substriatus*, *Ostrea crassissima* appartiennent encore à l'Helvétien. Le calcaire mollassique de Balaruc à *Pecten scabriusculus* sert de transition entre l'Helvétien et le Tortonien. Au-dessus, le calcaire lacustre tortonien de Frontignan à *Helix Rebouli* couvre une assez grande surface. Entre le ruisseau des Félines et les salines de Mèze s'étendent des sables pliocènes sans consistance, légèrement argileux, à *Ostrea cucullata* et autres fossiles marins, dits sables de Montpellier (Plaisancien). Vers l'ouest, près du lit de l'Hérault, des cailloutis pliocènes d'origine locale qui se trouvent parfois portés à une assez grande altitude (40 à 50 mètres, d'ordinaire), paraissent antérieurs au creusement des vallées actuelles (3), car ils restent à la surface du plateau découpé par les lits des rivières. Ils représentent un dépôt d'estuaire alimenté par les sables et les cailloux quartzeux descendu de la montagne Noire. Le fait qu'ils se rencontrent à diverses altitudes et se lient sans discontinuer aux galets quaternaires de la plaine d'Agde (4) indique un relèvement progressif et très lent du continent. Des alluvions quaternaires anciennes, atteignant 10 à 15 mètres de hauteur dans la plaine de l'Hérault, et surtout des alluvions modernes, particulièrement développées à la pointe de Balaruc, au ruisseau d'Issanka, au ruisseau Pallas, aux Salines de Mèze et, vers l'ouest, à partir du ruisseau des Félines, bordent la plus grande partie de l'étang (5). Les galets d'Agde, quaternaires ou de la fin

(1) Carte géologique détaillée à l'échelle de 1/800000; Feuille 233 (Montpellier). Carte géologique de France.

(2) P. DE ROUVILLE. *Compte-rendu de la course de Vallemagne*. Bull. Soc. Géol. de France, 2^e série, t. XXV, 1868, p. 934-938.

(3) MATHERON. *Compte-rendu de la course faite dans les environs de Pézenas, sur les bords du Riège et dans les collines de Saint-Siméon*. Bull. Soc. Géol. de France, 2^e série, t. XXV, 1868, p. 950.

(4) MATHERON, *loc. cit.*, p. 953.

(5) Carte géologique détaillée de la France au 1/800000, feuille 233 (Montpellier), feuille 244 (Narbonne), feuille 245 (Marseillan).

du Pliocène, sont par endroits recouverts d'une nappe de basalte : le littoral de la Catalogne et du Languedoc est, en effet, jalonné de cratères marquant le bord de la fosse méditerranéenne occidentale, où disparaît l'ancienne jonction des Pyrénées avec la Provence (1). A peu de distance de la montagne volcanique d'Agde, on trouverait des pointements basaltiques, vers l'ouest, à Saint-Thibéry, vers l'est, à Maguelonne, à Grabels et à Montferrier. Les coulées d'Agde ont en particulier réagi directement sur la formation de Thau, en consolidant l'amas de galets de façon à en faire une sorte de môle saillant, point de départ d'un nouveau rivage.

B. Formation de l'étang de Thau.

La formation de la plaine languedocienne, lente conquête sur les eaux des terres émergées, commencée pendant le pliocène par une surrection du continent, se poursuit encore aujourd'hui. Nul mouvement orogénique sensible ne se produit de nos jours ; mais le jeu qu'exercent sur la sédimentation les eaux de ruissellement et les eaux fluviales, les vents, les vagues, les courants, sans oublier la topographie de la côte, a déterminé le développement d'un cordon littoral, substituant au contour dentelé du rivage des lignes droites ou à faible courbure et isolant derrière son rideau protecteur une série de lagunes et d'étangs. La pente d'un rivage ne peut pas, en effet, s'abaisser au-dessous d'une certaine limite fixée par les conditions météorologiques, géographiques et océanographiques. Au-dessous de cette limite, légèrement inférieure à $1/100^{\circ}$ pour les côtes du bas Languedoc, ainsi que l'a montré M. Duponchel (2), les sédiments soulevés par les eaux de la mer constituent, en avant du rivage primitif, une levée dont la pente vers la mer est précisément égale à la limite. L'ensemble de cette levée, cordon littoral ou lido, et des lagunes qu'elle isole, forme ce qu'on a appelé l'appareil littoral, particulièrement bien développé sur nos côtes méditerranéennes du cap Béar au cap Couronne.

Sur les rivages de l'Océan, des formations analogues ne sont pas rares ; mais il faut que les mouvements atmosphériques soient capables d'élever des dunes puissantes, résistant à l'action des hautes marées, sinon un appareil aussi fragile que l'appareil littoral disparaîtrait bientôt. Dans les mers comme la Méditerranée où la marée n'atteint que quelques décimètres, il affecte au contraire une grande stabilité. Les vagues et les tempêtes sont rarement la cause de modifications importantes et le comblement des lagunes, qui doit un jour être définitif, est l'œuvre lente du temps. Ainsi que l'ont si bien montré Astruc et après lui M. Malavialle, les souvenirs laissés par vingt-cinq siècles de civilisation sur le littoral méditerranéen permettent de suivre l'enchaînement des modifications successives et de fixer à chacune d'elles une date exacte.

(1) A. DE LAPPARENT. *Traité de Géologie*, 4^e édit., 1900, p. 1825.

(2) DUPONCHEL. *Géographie générale du département de l'Hérault*, publiée par la Société languedocienne de Géographie. T. I. Géographie physique.

Le fait le plus saillant est la rapidité des changements qui se sont produits et qui se continuent encore de nos jours le long de la côte. C'est donc que, à une époque relativement récente, un événement géologique (climatologique, topographique ou autre) à peine soupçonnable et dont nous subissons les effets sans en connaître la cause, a rompu l'équilibre que tendent à rétablir les forces naturelles.

Les archéologues, les géographes et les naturalistes se sont demandés souvent quelle était jadis dans cette région la limite du continent. Astruc (1) avait observé qu'au nord de la route de Nîmes à Béziers, les noms des villes sont celtiques, tandis qu'au sud les noms sont latins. La région méridionale étant la plus fertile, on comprendrait difficilement que les Celtes ne l'eussent point habitée si elle avait existé de leur temps, et Astruc pense que l'on est en droit de la considérer comme une conquête opérée aux dépens des lagunes méditerranéennes entre l'époque celtique et la domination romaine. M. Emile Bonnet réfute cette opinion (2) : il est tout naturel que les vainqueurs s'emparent des meilleures terres d'un pays pour les coloniser et y fonder leurs villes, tandis que les vaincus émigrent vers les régions pauvres et montagneuses. L'examen d'une carte géologique montre d'ailleurs que si une grande surface a été conquise sur les lagunes à la fin de l'ère moderne, toute la plaine du bas Languedoc n'est pourtant pas dans ce cas.

Pendant la période historique, le contour extérieur du cordon littoral n'a subi de notables variations qu'au débouché des fleuves : Rhône, Vidourle, Hérault, Orb et Aude, dont les deltas s'accroissent sans cesse et se confondent parfois. Partout ailleurs la ligne de séparation du domaine maritime et du domaine continental est demeurée presque invariable, gagnant le plus souvent sur la mer, mais reculant aussi quelquefois.

C'est du côté de terre que les changements se sont produits. Les lagunes qui formaient au début une nappe continue, ont été isolées les unes des autres par les atterrissements et les ensablements. Leurs communications avec la mer, séparant en plusieurs tronçons le cordon littoral, ont cessé d'exister. Leur fond s'est exhaussé par les apports des sables de la mer et surtout des limons des rivières, des torrents, des eaux de ruissellement, et elles ont parfois fini par se combler. Souvent une sorte de cordon littoral secondaire a séparé de la nappe d'eau principale une zone de marais, maintenant transformés en plaines agricoles facilement inondées ; ailleurs, le fond s'est exhaussé également partout et il est uniformément recouvert de quelques centimètres d'eau.

L'étang de Thau diffère notablement des lagunes voisines. C'est une sorte de petit bassin maritime intérieur qui a pu se maintenir jusqu'à nos jours avec sa physionomie et une partie de ses limites anciennes. Les montagnes d'Agde et de Cette marquent ses deux extrémités et ont servi d'appui au cordon littoral. Situé entre 40° 18' 30" et 43° 28' de latitude N et entre 1° 11' 30" et 1° 22' de longitude E de Paris, son bassin, allongé du nord-est au sud-ouest, est placé dans le prolongement de la chaîne de la Gardiole qui vient se terminer sur ses rives aux collines de Balaruc. Un effondrement local, faisant disparaître sous les eaux des

(1) ASTRUC, *loc. cit.*, p. 176.

(2) E. BONNET. *Recherches historiques sur l'île de Cette avant l'ouverture du canal des Deux-Mers*. Montpellier, 1894, p. 21.

sédiments qui aujourd'hui constituent de part et d'autre des falaises côtières et émergent encore à l'îlot de Roquerols, a séparé la montagne de Cette des collines de Balaruc auxquelles elle était réunie. L'étang, qui occupait une vallée d'effondrement, devait être primitivement plus profond que les lagunes voisines. D'autres particularités lui ont en outre permis de se conserver sans subir de grandes modifications: la faible superficie de son bassin versant, laquelle est seulement le quadruple de celle de l'étang lui-même, l'absence de ruisseaux importants, sa bordure de falaises rocheuses, et sa position un peu en avant du contour général de la côte, encadré par les montagnes d'Agde et de Cette. Les sables qui courent le long de la côte, entraînés par l'action combinée des vagues et surtout du courant dirigé de l'est à l'ouest, ont réuni ces deux pics saillants et déterminé la formation de l'étang en isolant un golfe de l'ancienne mer par une digue d'autant plus large que la profondeur primitive était probablement plus grande. Les mouvements de la mer qui ont constitué le cordon littoral l'ont accru de moins en moins rapidement à mesure que la configuration d'équilibre tendait à se réaliser. Le mistral, vent du nord-ouest, a d'ailleurs pour effet de repousser vers la mer les sables qui auraient pu combler l'étang: sous son influence, la partie de Thau limitrophe du cordon littoral s'est maintenue assez profonde; car les sédiments qui pourraient être entraînés vers le nord sont repris par les vagues courtes et dures qui les rejettent sur le lido. Sur toute la côte du golfe du Lion, le rôle de l'ensablement dans le comblement des lagunes est plutôt restreint: il se produit surtout un colmatage et un alluvionnement par l'intermédiaire des fleuves, des ruisseaux et des torrents. L'étang de Thau qui ne reçoit aucun cours d'eau important ne doit avoir subi que de faibles changements (1).

Le pourtour continental de Thau est demeuré à peu près identique depuis les premiers temps de l'histoire. Peut-être même a-t-il reculé de quelques mètres par suite de l'éboulement des falaises. Balaruc, Bouzigues, Mèze, Marseillan furent et sont encore des ports. Les petites falaises reculent très lentement, car le vent du nord-ouest domine et il en résulte que de fortes vagues ne viennent jamais les battre. C'est seulement aux extrémités septentrionale et méridionale de l'étang que la bordure continentale a subi de notables modifications. Vers le nord, la crique de l'Angle était certainement plus profonde et plus étendue à l'origine que de nos jours. Une source sous-marine y jaillit actuellement à 30 mètres au-dessous du niveau des eaux, au milieu d'un entonnoir de vase à fond rocheux. Comme le fait remarquer M. Delebecque (2), à propos du Gouffre du Boubioz dans le lac d'Annecy, la profondeur du gouffre qui donne issue à une source sous-lacustre peut renseigner sur l'ancienne profondeur du lac; il semble cependant que l'on obtienne ainsi une indication maxima, le jaillissement de l'eau ne se bornant pas à empêcher le

(1) Au sujet des modifications du littoral, voy., en outre des ouvrages précédemment cités:

Dictionn. topogr. du département de l'Hérault..., par EUG. THOMAS. Paris, Imprimerie impériale, 1865. — H. PEUT. *Littoral français de la Méditerranée et pièces justificatives*, 1879. — *Géographie ancienne du département de l'Hérault* in *Mém. de la Soc. Archéolog. de Montpellier*, I, p. 432. — CH. LENTHÉRIC. *Les villes mortes du golfe du Lion*. — JULES GIRARD. *La Géographie littorale*. Paris, 1895; etc.

(2) A. DELEBECQUE et L. LEGAY. *Sur la découverte d'une source au fond du lac d'Annecy*. *Compte-rendu Acad. Sc.*, 20 avril 1891.

dépôt de tout sédiment, mais contribuant aussi, pour peu qu'il soit violent et considérable, au creusement d'une cavité dans la roche sous-jacente. Les sédiments qui se sont déposés dans la crique de l'Angle sont les alluvions de deux ruisseaux au débit permanent, l'Avène et l'Issanka, dont le delta, empiétant sur la partie nord de la crique, atteint plus de un kilomètre de long et un kilomètre de large, et s'accroît encore avec une certaine rapidité.

Au sud, l'îlot de Brescou, voisin d'Agde, constituait comme aujourd'hui un rocher isolé au milieu des flots; mais la montagne volcanique d'Agde, maintenant soudée au continent, formait une île contre laquelle venaient s'accumuler les galets de la côte. En arrière de l'île d'Agde, s'ouvrait un large estuaire par où les eaux de l'Hérault se déversaient, en partie dans la mer, en partie sur l'emplacement actuel de Thau. C'est à ce moment que l'île paraît avoir été le siège d'éruptions de basalte, dont les coulées ont en certains endroits recouvert et empâté les galets de l'ancien rivage. Le dépôt des alluvions comblant peu à peu l'estuaire, l'Hérault se trouva divisé en deux bras. Mais tandis que les eaux continuaient à se déverser par le bras occidental, le bras oriental disparaissait envahi par les sables marins sans cesse poussés de l'est à l'ouest et comblé par les alluvions; l'île d'Agde faisait désormais partie du continent.

Le tracé général du cordon littoral paraît être resté le même pendant les temps historiques. Nous ne rappelons que pour mémoire une opinion soutenue il y a un siècle (1); son auteur, guidé par un passage de Strabon, pensait qu'autrefois, vis-à-vis du cap de Cette, existait une grande île, s'étendant d'un côté au delà de la montagne d'Agde, de l'autre jusqu'en face du petit Rhône, et dont le seul reste visible est le rocher de Brescou. La phrase de Strabon s'applique pourtant, mot pour mot, à la configuration de la côte. « Le golfe du Lion (2) est double, car du milieu de l'arc qu'il dessine se détache le mont Setion qui, avec l'île voisine de Blascon, divise le golfe en deux bassins. Le plus grand de ces deux bassins forme le golfe Galatique proprement dit; c'est celui où le Rhône décharge ses eaux; le plus petit est le golfe de Narbonne qui s'étend jusqu'au mont Pyréné. » Festus Avienus, parlant des antiques navigateurs grecs qui couvrirent le littoral de leurs colonies, décrit « la côte sablonneuse et basse, inhospitalière et inhabitée » qui s'étend au delà de l'îlot de Blascon : « plus loin s'élève le mont Sétion, couvert de pins, dont le pied s'avance jusque dans le Taurus (Thau); c'est là que se trouvent la petite ville de Polygium (Bouzigues) et Mansa (Mèze) ». Ainsi, depuis les temps historiques, les grandes lignes et la physionomie générale de cette langue sableuse allant d'Agde à Cette ne se sont pas notablement modifiées.

Mais si le cordon littoral avait déjà commencé à se dessiner lorsque les navigateurs grecs et latins le visitaient, on peut cependant suivre son travail d'agrandissement et de consolidation. D'abord très bas, il était en outre coupé par des passes larges et nombreuses, conduisant à la mer l'eau des étangs et des rivières, et qui ont reçu le nom de

(1) ENCONTRE. *Mémoire sur l'île de Blascon*. Bull. de la Soc. des Sciences et Belles-Lettres de Montpellier, vol. IV, 1811, p. 475.

(2) *Géographie de STRABON*, trad. A. Tardieu, Hachette, Paris, 1867, t. I, liv. IV, p. 299.

graux. Il en existait un nombre considérable vers le sud-ouest, dans la partie de l'étang facilement envahie et remplie par les eaux de l'Hérault aux époques d'inondation. Trois subsistent encore de ce côté, devenues temporaires de permanentes qu'elles étaient autrefois. A l'ouest de la montagne de Cette, sur l'emplacement actuel des salines de Villeroi, s'ouvrait un autre grau. A l'est de la montagne, les sables arrêtés dans leur marche vers le couchant, n'ont pas tardé à former une large plage désignée aujourd'hui sous le nom de plage de Cette. Au delà, vers l'orient, la partie du Taurus qui s'est isolée et qui est devenue la lagune de Frontignan, débouchait à la mer par un vaste pertuis. Le mont Sétion était une île; on lit « Insula de Ceta » dans tous les documents du moyen âge.

Le rivage qui réunissait par une ligne à très faible courbure le mont d'Agde au mont de Cette, cessa bientôt d'être une plage basse exposée au jeu alternatif des vents de terre poussant les sables vers la mer et des vents de mer qui les chassent vers la terre et les accumulent contre les rochers à demi submergés. Les sables du Rhône, du Vidourle et du Lez entraînés vers l'ouest, ceux de l'Hérault et des petites rivières de Thau rejetés par les vagues sur le lido y donnèrent naissance à une rangée de dunes basses. L'autorisation d'exploiter des salines protégées par un canal de circonvallation et l'établissement de la végétation sur les sables primitivement mouvants amenèrent la consolidation et l'élargissement du cordon littoral, bientôt assez large et, par endroits, assez propre à la culture pour que la Compagnie des Salines demandât et obtint de Louis XVI, en 1783, le privilège d'y planter de la vigne. La construction des routes et surtout celle de la voie ferrée achevèrent la consolidation. On a pourtant ménagé, vers le sud, les trois graus temporaires du Quinzième, de Pisos-Samo et du Rieu; des ponts jetés au-dessus d'eux permettent le passage des eaux.

Les alluvions étant particulièrement abondantes vers l'est, il s'est établi au xiv^e siècle, entre le continent et la plage de Cette, un gué qui isolait l'étang de Frontignan aujourd'hui séparé encore plus complètement de l'étang de Thau par les murs d'un canal et par la voie ferrée.

Au xvii^e siècle, l'étang de Thau était presque entièrement isolé de la mer (1). Seules, les trois ouvertures du Quinzième, de Pisos-Samo et du Rieu laissaient ses eaux communiquer avec la Méditerranée, mais leur profondeur était insuffisante pour permettre aux navires d'entrer dans l'étang. On décida alors de dévier vers Thau le canal du Midi qui devait primitivement aboutir à Narbonne, et de creuser un large canal à l'est du mont de Cette. Les deux œuvres furent réunies sous la direction de Riquet. Le canal de Cette, commencé en 1666, était presque terminé en 1670. Depuis cette époque, diverses modifications ont été apportées au port de Cette, de nouveaux canaux, des jetées, des bassins ont été construits. On trouvera ces détails exposés dans le mémoire déjà cité de M. Malavialle (2).

Le canal de Cette, ou plutôt cet ensemble de canaux, équivalait à l'ouverture d'un nouveau grau. C'est un peu à cause de la facilité que trouvent les eaux à emprunter cette

(1) MALAVIALLE. *Le littoral du bas Languedoc*. Bull. Soc. lang. de Géographie, t. XVII, 1894.

(2) MALAVIALLE. *Coup d'œil sur l'histoire de la ville et du port de Cette*. Bull. Soc. lang. de Géog., t. XVI, 1893.

voie en allant de la mer vers l'étang ou de l'étang vers la mer que le Quinzième, Pisos-Samo et le Rieu, cessant d'être parcourus par des courants suffisamment violents, se sont partiellement comblés. La fondation de la ville de Cette et le creusement du canal ont été pour Thau le point de départ d'un régime artificiel et, de plus en plus, le modelé de ses contours et ses caractères hydrographiques ont passé sous la dépendance de l'homme.

c. Contours actuels.

L'étang de Thau est maintenant tout à fait individualisé, nettement isolé de la mer et séparé des lagunes voisines. La position de son centre de figure est par 40° 24' latitude N et de 1° 16' de longitude E de Paris (3° 36' E de Greenwich). Les bords extrêmes sont au nord la crique de l'Angle, au sud la partie du Rieu recouverte d'eau, à l'ouest Marseillan, à l'est les Eaux-Blanches. Son étendue est d'environ 8' 18" en latitude et de 10' 29" en longitude. Sa plus grande dimension, du Rieu à l'extrémité de la crique de l'Angle, est de 19,5 kilomètres et sa surface totale de 7.100 hectares environ (1), (7.012 d'après la mesure de M. Delebecque au planimètre). Ces chiffres s'entendent de la partie de l'étang située au-dessus du zéro des sondes et ne s'appliquent pas aux régions marécageuses alternativement recouvertes d'eau et asséchées.

Cette nappe d'eau se trouve divisée en trois parties de grandeurs inégales, convergeant toutes vers la pointe rocheuse de Balaruc : à l'est les Eaux-Blanches, au nord la crique ou l'étang de l'Angle, au sud-ouest le Grand Étang.

L'étang des Eaux-Blanches mesure 2 3/4 kilomètres sur 3 3/4 kilomètres ; sa forme est sensiblement ovale. Il communique avec la mer par les canaux de Cette, avec les lagunes de Frontignan par des passages ménagés à travers le remblai de la voie ferrée ainsi que par le canal de Cette au Rhône, avec le Grand Étang par l'ouverture comprise entre les deux pointes du Barrou et de Balaruc. Du côté du Barrou s'étend une région marécageuse, couverte de sable coquillier. A l'est du canal de Cette, la plage sablonneuse est encore très basse : le creusement d'un petit port au voisinage de l'usine de la Compagnie du Creusot a quelque peu modifié l'ancienne physionomie de cette partie des Eaux-Blanches et altéré la forme régulière des contours. Au voisinage du canal de Cette au Rhône ou canal des Étangs, il n'existe comme rivage exondé que le remblai supportant la voie du chemin de fer de Cette à Montbazin, interrompu sur l'emplacement de quatre ponts dont un au-dessus du canal. Les eaux s'étendent de part et d'autre de la voie, couvrant des terrains à peine supérieurs au niveau des plus basses mers et il faut aller parfois à plus de 600 mètres pour trouver la limite véritable des Eaux-Blanches. Au delà du canal des Étangs, la voie ferrée a isolé deux petits bassins sans

(1) Un calque de la carte au 1/25000^e a été découpé et pesé ainsi qu'un carré dessiné sur le même papier et ayant, à la même échelle, 4 kilomètres de côté. Si l'épaisseur du papier est partout la même, le rapport des poids est égal au rapport des surfaces.

profondeur ; la côte est longée de falaises peu élevées découpées dans le calcaire tortorien ; au pied de l'une d'elles est située la fontaine intermittente d'Embressac ou Inversac. Il y a quelques années existait au nord-est des Eaux-Blanches la petite île de Saint-Sauveur, aujourd'hui réunie à la côte par une jetée et supportant les réservoirs d'une usine à pétrole. Plus loin vers l'ouest, on trouve l'embouchure d'un ruisseau et le canal de déversement des eaux thermales de Balaruc-les-Bains. A mi-chemin entre la pointe de Balaruc et celle du Barrou, s'élève à 2 mètres de hauteur l'îlot de Roquerols supportant un feu.

La crique de l'Angle, beaucoup moins étendue que les Eaux-Blanches, ne dépasse guère 2 kilomètres de long sur 800 à 1000 mètres de large. Son rivage oriental est bordé d'une falaise continue dépassant 10 mètres de hauteur, pareille à celle de Bouzigues de l'autre côté de la crique. Au voisinage de la pointe de Balaruc, quelques rochers s'élevant à peine au-dessus du niveau de l'eau rendent dangereux l'accès de la côte. Du haut de la falaise, au débouché de la route qui vient de Balaruc-les-Bains, on voit jaillir à 150 mètres du bord la source sous-marine de la Bise, reconnaissable à son bouillonnement. Au nord, la déclivité est presque nulle ; le delta de l'Issanka et de l'Avène se continue sous les eaux par une pente insensible. La côte occidentale est marécageuse. Tous les bords de la crique de l'Angle sont couverts de débris de zostères arrachés par les vagues.

L'étang de Thau proprement dit, ou Grand Étang, a grossièrement la forme d'un rectangle allongé du nord-est au sud-ouest, sur une longueur de 15 kilomètres et une largeur de 4. Entre Bouzigues et Mèze, l'aspect du littoral est assez uniforme et une bordure de falaises basses se continue presque sans interruption. Vers la pointe de Bouzigues, la falaise qui longe la côte est d'une hauteur de 5 mètres. A sa base, une couche de mollasse, ou sable calcaire induré, résiste assez bien aux vagues ; au-dessus, une marne helvétique jaunâtre est au contraire facilement délitée par les intempéries. Au sommet de la falaise, un conglomérat coquillier, avec des fragments souvent anguleux de quartz et de calcaire, supporte des alluvions anciennes argilo-sableuses, rougeâtres, avec galets et blocs roulés, atteignant quelquefois 35 centimètres de diamètre, mais généralement beaucoup plus petits, de calcaires grisâtres ou rougeâtres et de grès arrachés au bassin jurassique et crétacé de Villeveyrac, de quartz blanc-grisâtre et plus rarement de lydienne provenant de la montagne Noire. La même disposition générale se retrouve pour toutes les falaises du pourtour continental. Après la disparition des marnes qui les supportent, les conglomérats et les cailloutis s'écroulent en semant la plage de gravier et de galets. Le sable induré de la base se prolonge, sous une couche de quelques centimètres d'eau, en plates-formes rocheuses aux creux remplis de sable coquillier. Les marnes jaunes sont quelquefois remplacés par des argiles gris-bleuâtre, notamment à mi-chemin entre Mèze et Bouzigues, en un point où la falaise atteint 15 à 18 mètres. On rencontre un grand nombre de ruisseaux, dont la plupart, sauf celui de Joncas qui est permanent, restent à sec pendant tout l'été ; celui de Pallas est le plus important ; son delta marécageux est souvent tapissé de débris de zostères déposés par les vagues.

De Mèze à Marseillan, les falaises sont assez hautes entre les Salins et les Félines ainsi qu'à la pointe de Montpenède (fig. 1), mais sur une grande partie du rivage

s'étend une plage basse recouverte de débris de zostères et de sables coquilliers plus ou moins vaseux. Les ruisseaux sont nombreux : Aigues-Vagues, Valat, la Moüe, le Soupier, les Bouzidous. Au delà de Marseillan, après l'embouchure du ruisseau Moüe, au milieu d'une plaine facilement inondée occupant l'emplacement d'un ancien bras de l'Hérault, débouche l'entrée du canal du Midi.

A l'est du canal du Midi, non loin du mont d'Agde ou pic de Saint-Loup (115 m.), s'ouvrent les trois graus de l'étang de Thau. Le Rieu, le plus occidental, est le plus long,



FIG. 1. — Falaise de Montpenède.
A l'horizon le mont d'Agde.

le moins large et le mieux limité. Il y a quelques dizaines d'années, il communiquait encore avec l'étang du petit Bagnas, ainsi qu'avec la lagune d'Ambone qui débouchait dans la Méditerranée (1). A la suite de la construction du chemin de fer établi sur un remblai artificiel, le petit Bagnas a été presque complètement asséché et les sables marins ont tout à fait séparé la lagune d'Ambone de la Méditerranée. En septembre 1908, le Rieu était à sec depuis le pont des Onglous jusqu'à la mer. La photographie (fig. 2) représente la partie du Rieu recouverte d'eau. Deux cents mètres avant la plage médi-

terrannée, son lit dont la largeur est de 30 à 40 mètres se rétrécit brusquement et n'a plus que 7 à 8 mètres. A partir de là, sur le sol du Rieu, au lieu d'une vase sableuse brun-jaunâtre, on voit un sable coquillier pareil à celui de la plage ; au bord de la mer, le sable est parsemé de coquilles entières, tandis que dans le lit du Rieu elles sont brisées et surtout usées. Une levée sablonneuse qui atteint 1,50 mètres de hauteur ferme le grau. Au pied sont éparpillés quelques galets ; ailleurs, il ne s'en rencontre que peu ou point. La hauteur de 1,50 mètres n'est pas atteinte par une pente régulière : trois terrasses successives correspondent aux niveaux des plus hautes mers, des moyennes mers et des basses mers d'été. Les vagues de la Méditerranée, lorsqu'elles dépassent la terrasse supérieure, peuvent s'ouvrir un lit en entraînant devant elles l'amoncellement de sable, et

(1) Le grau situé à l'ouest du Rieu est nettement dessiné sur la carte géologique détaillée de la France, feuille 245 (Marseillan).

la digue sablonneuse cède également quand, par de grosses pluies, le niveau de l'étang vient à s'élever considérablement. Les rives du Rieu sont de 1 mètre au-dessus du point le plus bas du lit; dans le cas d'une grande inondation, lorsque le grau s'ouvre, la profondeur de l'eau doit y être assez notable pour deux motifs : d'abord le courant creuse le sable et en outre, le niveau de l'étang, déjà élevé à l'est et atteignant souvent 90 centimètres au-dessus du zéro au marégraphe de la Bordigue, l'est encore davantage à l'ouest.

Le grau de Pisos-Samo ou Pisse-Saume, plus important, est beaucoup plus large. Il se divise en trois branches, deux étroites analogues au Rieu, et une autre à l'est, dont l'embouchure a 100^m de largeur. A deux cents mètres environ de la mer, les coquilles marines disparaissent.

Le grau du Quinzième, plus large encore, mesure près de 600 mètres à son embouchure dans Thau; les coquilles marines y disparaissent à environ 400 mètres de la plage. Comme les autres, il est à sec et sert de chemin en été. En septembre 1908, quelques flaques d'eau y subsistaient encore.

L'augmentation de largeur des graux en se dirigeant des Onglous vers Cette, s'explique quand on considère les alluvions de l'Hérault qui ont comblé bien plus aisément de leurs limons le Rieu que Pisos-Samo et le Quinzième. Pour la même raison, les coquilles marines se rencontrent plus loin en avant du rivage dans le lit du Quinzième et de Pisos-Samo que dans celui du Rieu : à mesure qu'on s'éloigne de l'ouest vers l'est, le rôle de l'Hérault diminue et celui de la mer augmente.

Les graux, à sec pendant l'été, sont remplis jusqu'à la fin de mars. Ils ne communiquent avec la mer que par les périodes de basses pressions accompagnées de pluies et de vents du sud. Les pluies élèvent le niveau de l'étang, la mer grossit et les vents du sud la refoulent dans les graux, de sorte que le niveau se maintient de part et d'autre élevé et que la barrière de sable finit par céder. Au delà des graux, le cordon littoral se continue jusqu'à Cette. Du côté de la Méditerranée, il forme une plage sablonneuse à pente très douce. Çà et là, comme par exemple au voisinage de Pisos-Samo, les coquilles constituent une petite jetée, parallèle au rivage, située à une distance d'une cinquantaine de mètres.



FIG. 2. — Le Rieu
entre le pont des Onglous et l'étang.

Au delà, à 150, 100 et 50 mètres de la mer, des dunes basses rident le terrain; leur hauteur n'est que rarement supérieure de 2 mètres au niveau moyen du cordon littoral; le grain de leur sable est très fin et l'on n'y distingue pas trace de coquilles; leur surface présente souvent de légères stries dues au vent. En arrière, s'étendent les vignes protégées par des barrières de sarments. Les propriétaires se défendent ainsi contre les coups de mer et les inondations d'hiver par vents marins; la protection est quelquefois insuffisante; pendant l'automne de 1907, les eaux déversées par l'Hérault dans son ancien lit ont submergé toutes les vignes près des Onglous et une partie des vendanges a été perdue. Du côté de Thau, le canal de circonvallation borde les salines du Quinzième et aboutit, à 10 kilomètres vers l'est, aux salines de Villeroi. Entre les deux salines, le vignoble de Villeroi est limité du côté de la mer par un cordon de dunes dont le sommet le plus élevé est à 10 mètres au-dessus des eaux. Le rivage de Thau, tout le long du cordon littoral, est extrêmement bas et marécageux et, suivant un profil du lido, la pente très faible et très régulière du côté de l'étang contraste avec la pente irrégulière et plus forte du côté de la mer. A l'est de Villeroi, au pied de la montagne de Cette ou mont Saint-Clair (180 mètres), la pointe du Barrou sépare le Grand Étang des Eaux-Blanches.

D. Bathymétrie.

La profondeur de l'étang de Thau était déjà indiquée d'une façon précise par Creuzé de Lesser (1) en 1824: dans la région centrale, les fonds avaient, d'après lui, 8 à 11 mètres, à l'exception de quelques éminences s'élevant à 6 ou 7 mètres. Les sondages de 1842 accusent aussi 8 à 11 mètres pour la partie centrale et 6 pour les Eaux-Blanches. Quant à ceux de 1895, du Service Hydrographique, ils confirment les résultats précédents, mais donnent à un grand nombre des petits monticules cités pour la première fois par Creuzé de Lesser, une profondeur au-dessous de l'eau variant de 5 à près de 2 mètres. Ils indiquent pour la Bise une profondeur de 30 mètres. Dans le but de relever le plan de la source sous-marine et de recueillir des échantillons du fond de l'étang deux cents nouveaux sondages ont été exécutés en 1907, 1908 et 1909 en se servant d'une corde de chanvre graduée humide de demi-mètre en demi-mètre. Les mesures, tant dans les Eaux-Blanches et la crique de l'Angle que dans le Grand Étang, ont toujours confirmé l'exactitude des cartes du Service Hydrographique de la Marine et notamment de la feuille 10059 de l'étang de Thau, où plusieurs centaines de sondages permettent de découvrir les moindres détails du modelé sous-marin.

En mettant à part la Bise, on remarque que la profondeur de 10 mètres, plusieurs fois atteinte dans le centre du Grand Étang, n'est jamais dépassée. Le procédé connu des pesées qui a fourni pour la superficie de Thau la valeur de 7100 hectares, laisse aisément évaluer les aires correspondant à des régions de plus en plus profondes. Les fonds compris

(1) CREUZÉ DE LESSER. *Statistique du département de l'Hérault*, p. 56.

entre 0 et 3 mètres couvrent 2000 hectares ; ceux entre 3 et 5, 2100 hectares et enfin ceux au delà de 5 mètres, 2800 hectares. La profondeur moyenne est de 4,50 mètres et le total des eaux 350 millions de mètres cubes environ, en tenant compte de ce que le niveau de l'étang est supérieur au zéro de 0,33 mètre en moyenne.

Si on le compare à la plaine du bas Languedoc et aux petites collines qui l'entourent, l'étang de Thau paraît dans son ensemble remarquablement plat : les pentes y sont presque toujours inférieures à 5 pour 1000. Mais il existe une différence marquée entre le pourtour continental et le cordon littoral. Du côté du continent, la côte est abrupte, bordée de falaises basses et la pente de l'étang est uniforme et très douce. Du côté du lido, la plage est basse et marécageuse et l'étang accuse une déclivité atteignant 10 pour 100 entre les isobathes de 3 et de 5 mètres. Le fait s'explique par le mode de formation du cordon littoral et aussi par la prédominance des vents du nord-ouest. Les résidus de l'attaque des falaises ont toute facilité pour s'étendre au loin dans l'étang où ils sont charriés par les eaux courantes et poussés par le vent. Les sables du lido, entraînés par les vents de terre, chassés par les vagues, sont rejetés vers le sud-ouest, du côté du canal de circonvallation et de la plage maritime. Jusqu'à la profondeur où se fait sentir fortement l'action des vagues, c'est-à-dire jusqu'à 2,50 mètres, ils forment un plateau sans déclivité. Au delà, entre 2,50 mètres et 7 mètres, ils constituent un talus à pente raide.

La partie occidentale de Thau présente une profondeur très faible et une déclivité très adoucie, indices d'apports alluviaux de l'ancien bras de l'Hérault. L'isobathe de 3 mètres y dessine, au Plan de l'Air et à Montpenède, deux pointes s'avancant face à face ; ces deux hauts-fonds de roches recouvertes de vase, de sables et de graviers isolent déjà quelque peu la région occidentale. La portion orientale est restée la plus profonde, mais au milieu de fonds de 10 mètres et de 9 mètres, se dressent de petites éminences dont les pointes les moins couvertes sont seulement à 5, 4, 3 et même à 2,40 mètres au-dessous des basses eaux.

La crique de l'Angle est sans profondeur. Elle n'a de fonds au-dessous de 3 mètres qu'entre Balaruc et Bouzigues. La profondeur de 30 mètres mesurée à la Bise est tout à fait accidentelle : il s'agit, en effet, d'une sorte d'entonnoir s'ouvrant au milieu de fonds de 3,50 mètres et dont la plus grande largeur n'atteint pas 100 mètres.

Les plus grandes profondeurs des Eaux-Blanches se rencontrent au voisinage de Roquerols et atteignent 6 et 6,60 mètres. Au centre, les sondes ne dépassent pas 5,50 mètres. L'isobathe de 5 mètres se montre assez compliquée : on y distingue, au milieu de fonds de 5,40 mètres, une crête étroite, allongée de l'est à l'ouest, ayant seulement 4,40 à 4,60 mètres de profondeur. Cette disposition rappelle quelque peu les petits cordons littoraux secondaires des lagunes voisines, digues de vase et de sable surmontant à peine de quelques décimètres les fonds environnants et isolant entre elles et la terre une zone de marais.

L'étang de Thau paraît être destiné à subir encore de nombreuses modifications dont quelques-unes sont déjà discernables. Il ne semble pas se combler rapidement et il survivra sans doute à la disparition complète de la plupart des lagunes et des étangs méditerranéens. Ses bords se délimitent de plus en plus ; sur le pourtour oriental des

Eaux-Blanches, la voie du chemin de fer sert déjà d'appui aux atterrissements qui surélèvent les vastes étendues marécageuses voisines du canal de Cette au Rhône; les deux petits bassins isolés près de l'usine de Saint-Gobain disparaîtront en même temps. Le comblement de la crique de l'Angle ne pourra que s'accroître. Si la région centrale ne diminue pas sensiblement de profondeur dans son ensemble, elle présente pourtant depuis quelques années des modifications rapides par suite de l'accroissement des monticules qu'y édifient les organismes marins. La comparaison entre les chiffres donnés par Creuzé de Lesser et ceux que portent les cartes les plus récentes ne serait pourtant pas légitime, car les sommets les plus élevés qui n'ont pas échappé aux sondages serrés et précis du Service Hydrographique de la Marine, ont pu demeurer inconnus des observateurs dont Creuzé de Lesser rapporte les mesures. Enfin, les graux voisins de la montagne d'Adge ne sont peut-être pas appelés à disparaître avant un temps fort long. A la suite du déboisement, le régime torrentiel devient de plus en plus caractéristique du bassin de l'Hérault; les eaux du fleuve, en temps de crue, inondent Marseillan, envahissent l'étang et cherchent une issue par les graux qu'elles creusent ainsi chaque année.

III

LITHOLOGIE

Historique. Études de Pouget, Mercadier et Régy sur l'appareil littoral; Delesse; Cartes de la Marine. *Récolte des échantillons et méthodes d'analyse.* Instruments employés. Classification des fonds sous-marins. Analyse mécanique, chimique, minéralogique. — *Analyses.* — *Constitution lithologique des environs de l'étang.* Conclusions des analyses de roches sédimentaires. Le massif basaltique d'Agde. Constitution et origine du cordon littoral. — *Carte lithologique.* Eaux-Blanches; Crique de l'Angle; Grand Étang et sa partie méridionale. Répartition du gravier, du sable, de la vase, des minéraux et du calcaire. Résultats de l'analyse minéralogique. Le sulfure de fer et l'attaque du calcaire. Phosphates. Matières azotées. Traitement par l'alcool et par l'éther. Les cadoules. Considérations générales sur les sédiments de l'étang.

A. Historique.

Plusieurs travaux se rapportant aux sédiments des environs de Cette ont été publiés durant tout le cours du XVIII^e et du XIX^e siècle. La plupart étudient surtout le mode de formation du cordon littoral et de comblement des étangs.

D'après l'opinion générale, les dépôts qui exhaussent les bords de la Méditerranée à l'ouest du Rhône résulteraient des alluvions de ce fleuve (1) auxquelles, contrairement à l'opinion de Pouget qui ne les attribuait qu'au Rhône seul, il faudrait peut-être ajouter celles d'autres fleuves moins importants, en particulier l'Hérault, pour la région voisine d'Agde. Pourtant Mercadier (2) est d'avis que la majeure partie d'entre eux doit tirer son origine de la mer elle-même, et que le Rhône, dont le courant se conserve après qu'il s'est jeté dans la Méditerranée, entraîne au large, non seulement ses alluvions, mais aussi les sables que lui apporte le courant littoral allant de l'est à l'ouest. Un siècle plus tard, l'ingénieur Régy (3) conciliait les deux opinions, car il regardait les dépôts marins du littoral comme provenant des alluvions des fleuves et des ruisseaux, de la destruction par

(1) POUGET. *Mémoire sur les atterrissements des côtes du Languedoc.* Histoire de l'Acad. des Sc., année 1775, p. 561 et suiv.

(2) MERCADIER. *Recherches sur les ensablements des ports de mer et sur les moyens de les empêcher à l'avenir, particulièrement dans les ports du Languedoc.* Montpellier, 1788.

(3) RÉGY. *Note sur les courants littoraux, la marche des sables, les atterrissements, les alluvions marines et fluviales, les deltas, la constitution de la plage et les travaux d'assainissement.* Bull. Soc. Géol. de France, 2^e série, t. XXV, 1868, p. 913-920.

les flots de leurs deltas anciens ou récents et de la désagrégation par les mouvements de la mer d'une sorte de grès constituant sur le sol sous-marin de vastes plates-formes rocheuses.

Quelle que soit leur origine, on se demande pourquoi le sable et les galets, au lieu de venir s'appuyer contre la côte, forment au contraire une levée à environ une lieue de distance. Pouget (1) en trouvait la raison dans un phénomène d'interférence. Sans qu'il emploie le mot lui-même, son explication n'en est pas moins claire. Les filets du courant littoral se réfléchissent contre la côte et, à leur retour, ils interfèrent avec ceux qui ont suivi la direction régulière un peu oblique au rivage : les deux mouvements se contrarient, s'annulent, et les matériaux jusque là maintenus en suspension tombent sur le fond. On admet plutôt aujourd'hui que les plages sous-marines très peu profondes et immédiatement contiguës à la côte, amortissant par frottement la vitesse des lames, celles-ci abondent les galets et les sables qu'elles avaient poussés devant elles et que le flot de retour est impuissant à ramener. La théorie de Pouget, ainsi légèrement modifiée, est la seule qui puisse convenir et expliquer la disparition des sinuosités de la côte ; dans le cas d'une échancrure, comme pour l'étang de Thau, les courants littoraux obligés de suivre la ligne moyenne des côtes, ne peuvent que donner lieu à des remous favorables à l'accumulation de dépôts, particulièrement au pied des caps ou des pointes fermant les extrémités de la baie.

Lorsque par suite de l'accumulation des sédiments, le cordon littoral présente vers le large une pente telle que la vague possède le pouvoir d'entraîner au retour tout ce qu'elle apporte à l'aller, il ne s'accroît plus sensiblement. Un état d'équilibre correspond donc à l'établissement d'une pente limite déterminée par la violence des vagues, par la grosseur, la forme et la nature des matériaux du lido.

Sur la côte du bas Languedoc, la pente limite de 1/120 environ est presque partout atteinte. C'est pourquoi les sables cheminent le long du cordon littoral et ne se déposent que dans les rares endroits où les conditions d'équilibre ne sont pas réalisées, notamment dans le port de Cette. Ils progressent de l'est à l'ouest entraînés par le courant littoral pendant les quelques instants où ils sont soulevés par les flots ; les plus gros sont roulés sur le fond par les mouvements des vagues et cheminent suivant la résultante de ces mouvements parallèle à la côte.

Le comblement des étangs, comme l'a très bien dit Pouget (2), s'effectue par ensablement du côté de la mer et par atterrissement du côté du continent.

Les auteurs de ces diverses études sur l'appareil littoral n'ont jamais analysé les sédiments sur lesquels ils dissertaient. Delesse (3) seul a donné des analyses des fonds côtiers de tout le littoral français et quelques passages où est étudiée la région de Cette méritent d'être cités ici.

« L'étang de Thau (4) doit son origine à une langue de sable formée par la mer et « réunissant à la plage d'Agde l'îlot jurassique sur lequel s'élève la ville de Cette. De petits

(1) POUGET, *loc. cit.*, p. 565.

(2) POUGET, *loc. cit.*, p. 568 et 569.

(3) DELESSE: *Lithologie du fond des mers*. Paris, 1866.

(4) DELESSE, *loc. cit.*, p. 97.

« cours d'eau assez nombreux se rendent dans cet étang qui par le canal du port de Cette
« communique aussi avec la mer. Il est habité par de nombreux mollusques et l'on y
« observe en outre des foraminifères. Le dépôt qui se produit sur ses bords étant traité
« par l'acide donne un résidu qui ressemble tout à fait à celui que la mer laisse sur le
« rivage voisin. D'après des échantillons qui m'ont été envoyés par M. Doumet, le dépôt
« de la pointe jurassique du Barrou contient 68 % de calcaire, proportion très forte qui
« doit être attribuée à une multitude de coquilles (1). Au voisinage de la montagne de
« Cette, on rencontre dans le fond de l'étang de Thau un grès grossier ou un poudingue à
« ciment calcaire. Ce dépôt renferme de nombreux débris de coquilles vivantes et se
« continue à l'époque actuelle. Il provient de sables et de galets qui sont cimentés par les
« sources inconstantes sous-marines suintant sur les parois de la montagne de Cette. Cette
« montagne est fortement battue par la lame, en sorte que la mer dépose dans ses criques
« des galets et des amas très épais de gravier. L'examen de ce gravier fait voir qu'il pré-
« sente une composition minéralogique différente de celle du sable de la plage; il est
« formé surtout de calcaire jurassique très compacte gris ou brunâtre, de silex gris, gris-
« noirâtre ou bleu en fragments anguleux, de quartz brun fortement roulé à structure un
« peu caverneuse, de quartz hyalin tantôt transparent, tantôt blanc et opaque, de grès
« gris, de roches granitiques, de quelques grains de lydienne noire, de mica noirâtre. Le
« gravier de Cette est très riche en carbonate dont il contient près de 80 %, résultat qui
« s'explique aisément parce qu'il est riche en débris de mollusques (2).

« Sur la plage de Cette à Agde, le dépôt du littoral est un sable fin gris ou jaunâtre,
« piqueté de noir. Il contient du quartz hyalin, du mica blanc et vert-noirâtre, du mica-
« schiste ainsi que des lamelles d'orthose, du grenat, de la lydienne et beaucoup de
« coquilles marines. Sa teneur en carbonate de chaux est assez élevée, mais ne dépasse
« pas pourtant le tiers de son poids (3).

« On a quelquefois attribué la présence des feldspaths et des micas sur le littoral du
« département de l'Hérault au transport vers l'ouest des sédiments du Rhône, mais il
« importe d'observer que ces minéraux doivent provenir surtout des rivières qui débou-
« chent sur cette côte: telles sont la Vidourle, l'Hérault, l'Orb et en général tous les
« cours d'eau qui descendent des Cévennes ou de la montagne Noire dont les sommets
« sont formés par des roches granitiques (4). »

Delesse rencontre, en effet, de l'orthose, des micas, des micaschistes, des grenats
aussi bien à l'embouchure de l'Hérault qu'à l'embouchure du Rhône.

Une œuvre également importante au point de vue lithologique est celle du Service
Hydrographique de la Marine. La carte 1134, levée en 1842, et surtout des nouvelles
cartes de Maguelonne au cap d'Agde n° 5172 et de l'étang de Thau n° 10059 joignent

(1) Dans l'étang de Thau, vers la sortie du canal de Cette, Delesse trouve 44,4 % de calcaire. A 600 mètres, à l'ouest de la pointe du Barrou, cette proportion descend à 19,6 et il note silex, feldspath rare, grenat assez abondant, mica vert-grisâtre. Enfin, à la pointe du Barrou, des coquilles très abondantes font passer la proportion de calcaire à 67,9 %.

(2) DELESSE, *loc. cit.*, p. 174 et 175.

(3) DELESSE, *loc. cit.*, p. 174.

l'indication de la nature du fond à celle de la profondeur. Ces renseignements, bien qu'approximatifs puisqu'ils ne sont pas appuyés sur des analyses, permettent de se faire une idée générale de la distribution des sédiments.

Enfin quelques informations sur certains points de la lithologie de l'étang de Thau peuvent être extraits des travaux zoologiques et botaniques de MM. Gourret et Pavillard. M. Gourret ne manque jamais de faire connaître la nature du fond sur lequel il a dragué les animaux dont il donne la liste (1). Généralisant ses observations, il montre même comment l'étang de Thau peut se diviser, ainsi que celui de Berre, en trois régions principales (2) : sur les bords, les sables littoraux, jaunâtres, coquilliers, tapissant les deux tiers de l'étang ; ils sont suivis, en général lorsque la profondeur augmente, de prairies d'algues et de zostères qui cèdent enfin la place aux vases du centre. Mais ces trois éléments empiètent les uns sur les autres de sorte qu'il est difficile de tracer trois zones nettement tranchées. Il y aurait, en outre, une différence entre la vase du centre des Eaux-Blanches qui constitue des dépôts noirâtres presque morts ou dépeuplés et celle de Thau, plus sableuse et résistante, qui tapisse des monticules pierreux, les « tos » ou « cadoules » distribués avec un certain ordre. M. Pavillard fournit moins de détails que M. Gourret dont les recherches portaient sur les animaux benthiques ; il se borne à décrire en quelques lignes (3) l'aspect et la disposition des dépôts qu'il y a rencontrés : sur presque toute la bordure, des sables fins parfois mélangés de cailloux ou accompagnés de coquilles ; au centre, des vases grises ou noirâtres, riches en matières organiques et se putréfiant rapidement à l'air. Vers les fonds de 3 à 7 mètres, les vases sont très riches en mollusques bivalves ; dans le Grand Étang, entre Roquerols et la partie centrale, existent un certain nombre de protubérances calcaires appelés « tos » ou « cadoules » par les riverains.

B. Récolte des échantillons et méthodes d'analyse.

Les échantillons du fond ont été recueillis en novembre 1907, en janvier 1908, en août et septembre 1908 et en mai 1909. Il est avantageux d'opérer en hiver : les zostères sont gênantes en été et il est alors impossible de reconnaître la nature des fonds qu'elles recouvrent, tandis qu'au moment des froids, ces herbes perdent leurs frondes et même périssent en laissant à nu le sol sous-marin.

Les points de sondage ont été fixés par deux ou trois mesures d'angles, exécutées avec un cercle hydrographique ou un sextant sur les points remarquables, îlots, balises, pics, cheminées, clochers ou maisons portés sur les cartes de la Marine et pris comme repères.

(1) GOURRET. *Notes zoologiques sur l'étang des Eaux-Blanches* (Cette), 1892. Ann. Mus. Hist. nat. de Marseille, t. IV ; mém. n° 2 et *Documents zoologiques sur l'étang de Thau*, 1896. Travaux de l'Institut zoolog. de l'Univers. de Montpellier et de la Station maritime de Cette, mémoire n° 5.

(2) GOURRET. *Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries*. Ann. Mus. Hist. nat. Marseille, t. V, 1907, mémoire n° 1, p. 3.

(3) PAVILLARD. *Recherches sur la flore pélagique de l'étang de Thau*. Thèse de doctorat, Montpellier, 1905, p. 12 et 13.

Dans certains cas, un alignement a pu tenir lieu de mesure. Chaque station recevait un numéro d'ordre. Dans le but de reconnaître si les portions superficielle et profonde des sédiments ne présentaient pas quelques différences, on a effectué quelques prises avec le tube Buchanan. On s'est généralement servi du ramasseur Léger qui convient aussi bien aux sables qu'aux vases et qui ramène un échantillon d'un volume suffisant. La petite drague de M. Thoulet a rendu aussi de bons services, dans la vase et dans le sable : elle fournit un échantillon beaucoup plus volumineux où il est facile de ramasser une grande quantité de coquilles donnant une notion plus complète du fond (1). Le sondeur était attaché à une forte corde en chanvre divisée en demi-mètres et d'une quinzaine de mètres de longueur ; pour la Bise seulement il a été nécessaire d'employer un fil métallique et une machine à sonder du modèle de M. Thoulet. Aussitôt recueillis, les échantillons étaient renfermés dans des sacs de calicot, étiquetés au numéro des stations et séchés ; on les rendait de cette façon peu encombrants, aisés à manier et à faire voyager.

Les fonds ont été classés d'après la méthode de M. Thoulet, c'est-à-dire d'après la grosseur des éléments composants. On isole chaque catégorie par tamisages à travers des tamis calibrés, dont le numéro indique le nombre de mailles de tissu sur la longueur de 1 pouce = 0,027 mètre.

Pierres et galets....	Fragments anguleux ou arrondis d'un poids supérieur à 5 gr.			
Gravier	{	gros.....	arrêté par le tamis 3.	
		moyen.....	franchi 3,	arrêté par 6.
		fin	— 6,	— 10.
Fond propre dit {	{	gros.....	franchi 10,	arrêté par 30.
		moyen.....	— 30,	— 60.
		fin	— 60,	— 100.
		très fin.....	— 100,	— 200.
	{	Vase.....	fins-fins	parties cristallines
			argile calcaire....	parties amorphes
			} ayant franchi 200.	

La proportion des éléments constitutifs des fonds laissent distinguer entre eux les catégories suivantes :

Sable.....	Fond contenant plus de 90 % sable et moins de 10 % vase.			
Sable vaseux.....	—	de 90 à 75	—	et de 10 à 25 —
Vase très sableuse...	—	de 75 à 50	—	et de 25 à 50 —
Vase sableuse.....	—	de 50 à 10	—	et de 50 à 90 —
Vase.....	—	moins de 10	—	et plus de 90 —

Un sable est homogène lorsqu'il renferme au moins 80 % de grains de même grosseur ; selon cette grosseur il recevra le nom de sable gros, moyen, fin ou très fin. Sinon le sable

(1) Voy. THOULET. *Instruments et opérations d'Océanographie pratique*. Chapelot, édit., Paris, 1908.

est dit mélangé et dans le cas où deux catégories de grains auraient prépondérance marquée, il portera le nom de ces deux catégories. On dira, par exemple : sable moyen-fin mélangé. La proportion de gravier est rapportée à 100 parties du fond proprement dit.

D'après sa teneur en calcaire, le fond est qualifié de :

Fond entièrement calcaire.....	V	de 100 à 75 % de calcaire.
Fond très calcaire.....	IV.....	de 75 à 50 —
Fond calcaire	III.....	de 50 à 25 —
Fond médiocrement calcaire....	II	de 25 à 5 —
Fond faiblement calcaire.....	I	de 5 à 0 —

L'analyse se complète par l'étude de tous les caractères chimiques, physiques, minéralogiques et biologiques du fond et du gravier; on ne manque pas de noter les coquilles entières, brisées ou moulues, les madrépores des marins, c'est-à-dire les organismes à squelette calcaire qui ne sont pas des coquilles, les herbiers.

Dans le cas où le sondeur ne ramène pas d'échantillon et heurte un fond dur, on conclut à la présence de roches.

Pour établir une carte lithologique, on reporte les diverses stations sur la carte, on marque pour chacune d'elles le nom du fond, on délimite les diverses aires de sable, sable vaseux, etc., et l'on passe sur chacune d'elles la teinte conventionnelle caractéristique; les signes conventionnels des galets, graviers, coquilles, etc., sont indiqués en surcharge.

ANALYSE MÉCANIQUE. — Pour procéder à l'analyse mécanique, une quantité de fond dépouillée de tout gravier, variant en général entre 15 et 20 grammes, est lévignée et passée au tamis 200. On isole ainsi d'une part les grains sableux, de l'autre l'argile calcaire et les fins-fins. Pour séparer ces derniers, d'après un procédé dû à M. Thoulet, la boue ayant franchi le tamis 200 est versée dans un gros ballon à robinet qu'on achève de remplir avec de l'eau; on agite, on laisse reposer, les fins-fins tombent les premiers; ils sont facilement évacués et l'on renouvelle l'opération s'il y a lieu. La séparation quoique approximative est néanmoins suffisante. On sèche les diverses portions, on fractionne les sables par des tamisages et on pèse. Quel que soit le soin avec lequel a été conduite l'analyse, le poids total trouvé est inférieur au poids primitif. Le déficit est dû à ce qu'un sédiment marin contient toujours des matières solubles, dissoutes et enlevées par les eaux du lavage. La différence ne doit pas cependant dépasser quelques millièmes. Les résultats de l'analyse ramenés à 100 parties par le calcul, permettent de nommer le fond conformément aux conventions énoncées précédemment.

On mélange alors de nouveau le tout, on attaque par petites portions au moyen de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau, on lave à l'eau tiède et l'on fait subir au résidu les diverses lévignations et les tamisages qu'avait subis le fond quand il contenait encore son carbonate de chaux. On pèse.

ANALYSE CHIMIQUE. — Dans la précédente série d'opérations, on a obtenu la proportion de calcaire par différence et le pourcentage est évalué par excès; un dosage plus précis du calcaire se fait séparément sur 3 grammes de fond, lavé plusieurs fois à l'eau

tiède afin d'enlever les matières hygrométriques, puis desséché (1). Une fiole conique en verre de Bohême jaugeant environ 100 cmcb est remplie de 30 cmcb d'une solution au tiers d'acide chlorhydrique pur. Dans le plateau d'une balance on a déposé exactement 3 gr du fond sec. On suspend du même côté le flacon contenant l'acide chlorhydrique étendu, dont l'ouverture est fermée par un bouchon paraffiné. On pèse. On recueille les 3 gr du fond dans une main en corne et on les verse par petite quantité à la fois dans la fiole, en ayant soin d'éviter la formation d'une mousse trop abondante qui risquerait de déborder. Quand toute attaque a cessé, on agite le flacon afin de détruire la mousse ; le gaz contenu dans la fiole, aspiré par une poire en caoutchouc, est remplacé par de l'air. On pèse de nouveau ; la perte donne la quantité d'acide carbonique. Une expérience préliminaire exécutée sur du marbre blanc pur révèle une différence de 4 à 8 mmg entre la perte théorique et la perte réelle et qui s'explique par la faible portion d'acide carbonique demeurée en dissolution dans le liquide. On ajoute au résultat brut la correction indiquée par l'expérience préliminaire qu'il est bon d'ailleurs de renouveler de temps en temps. La somme divisée par le nombre constant 13,2 donne le poids du carbonate de chaux pour 100 de fond. Avec ce procédé rapide, l'erreur ne dépasse jamais 0,3 %, approximation suffisante, surtout pour les sédiments peu homogènes de l'étang de Thau.

Pour la même raison du peu d'homogénéité des fonds, il n'y avait pas grand intérêt à se livrer à une analyse complète. Les renseignements obtenus seraient sans valeur pour ces mélanges en proportions si variables d'organismes calcaires, d'apports fluviaux et marins des origines les plus diverses. En outre de l'analyse du carbonate de chaux importante parce qu'elle touche à la géologie et à la genèse des couches de calcaire, seuls le soufre, les phosphates et l'ammoniaque ont été dosés sur un petit nombre d'échantillons.

Pour doser (2) le soufre, on commence par transformer les sulfures en sulfates. Le sédiment réduit en poudre fine est mélangé intimement à 3 fois son poids de carbonate de soude et à 7 ou 8 fois son poids de chlorate de potasse. On porte au rouge dans une capsule de platine couverte en chauffant d'abord faiblement. On cesse de chauffer lorsque le contenu est depuis un moment en fusion tranquille.

La masse après refroidissement est reprise par 30 cmcb environ d'eau acidulée d'acide chlorhydrique. On ajoute de l'acide à l'excès de façon à transformer complètement en chlorures tous les carbonates alcalins. On verse dans un verre de Bohême le liquide dont on a constaté la réaction acide ; on lave la capsule et on ajoute les eaux de lavage aux 30 premiers cmcb. On chauffe jusqu'à ébullition et on précipite l'acide sulfurique par une solution de chlorure de baryum au 1/20^e versée goutte à goutte. Le lendemain on décante. Le précipité de sulfate de baryum est recueilli et lavé dans le tube d'une centrifugeuse. On le sèche et on le pèse. Le poids trouvé multiplié par 0,1373 donne le poids du soufre.

(1) Méthode communiquée par M. Thoulet.

(2) Toutes les analyses ont été exécutées dans le laboratoire de M. Thoulet à la Faculté des Sciences de Nancy ; les méthodes employées sont celles qu'il a décrites dans l'ouvrage intitulé *Précis d'analyse des fonds sous-marins actuels et anciens*, Paris, Chapelot, 1907, ainsi que dans les fascicules XIX, XXII et XXIX des *Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert I^{er}, Prince Souverain de Monaco*. Je renvoie le lecteur à ces documents. Lorsque sur quelques points, certains perfectionnements dans les procédés ont été imaginés, je prends soin de les exposer avec plus de détails.

On opère sur une quantité variant de 3 à 6 gr. Une expérience d'essai faite sur 0,1 gr de pyrite de fer a indiqué 53,2 % de soufre, chiffre identique à celui de Pisani (53,3 %) (1).

Le phosphore a été dosé d'après la méthode exposée par M. Thoulet (2), à l'état de phosphate ammoniaco-molybdique. Il en a été de même pour le dosage de l'ammoniaque (3), à cette seule exception près que pour des fonds très riches en matière organique il a été nécessaire de prendre un poids de fond ne dépassant pas 0,200 gr.

Les fonds très riches en substances organiques renferment des chromophylles encore en partie conservées dans les débris végétaux et des matières grasses provenant des restes d'animaux. Quelques échantillons préalablement lavés à l'eau distillée tiède ont été traités successivement par l'alcool et par l'éther dans un appareil extracteur de Soxhlet. On opérait sur 30 gr environ de sédiment enveloppés dans un sac de batiste. Lorsque l'alcool ou l'éther ne paraissait plus foncer de couleur, on arrêtait l'extraction. Le résidu, après évaporation, était examiné et pesé. Cette méthode permet de déceler et de distinguer des traces de matières organiques végétales et animales à l'état frais.

ANALYSE MINÉRALOGIQUE. — L'analyse minéralogique se fait au microscope après l'attaque du fond par l'acide chlorhydrique.

Il serait long et inutile de toujours la faire porter sur chacune des diverses catégories de grains. Les fins-fins à cause de leur extrême petitesse présentent certaines difficultés de diagnostic ; on se borne souvent à étudier les très-fins.

On commence par trier les grains d'après leur densité (4) au moyen de la liqueur densimétrique de Thoulet, solution d'iodure mercurique et d'iodure de potassium dans l'eau. En employant régulièrement une liqueur de densité égale à 2,8 afin de rendre toutes les analyses comparables, on sépare les grains en légers qui surnagent et en lourds qui tombent et qu'on soutire. On lave, on sèche et on pèse. Il peut être utile d'établir le rapport en poids des lourds aux légers. Chacune des deux catégories est ensuite soumise à l'action d'un électro-aimant Chevallier-Vérain (5). En variant l'intensité du courant, on fait varier parallèlement l'intensité magnétique. Une échelle des valeurs du courant suffisant, avec l'électro-aimant employé, à réaliser l'attraction des diverses espèces minérales a été établie d'avance expérimentalement. En pratique, et toujours pour rendre comparables les diverses analyses, on partage ainsi les grains en deux catégories : les attirables retenus avec 2 ampères et les non-attirables ne subissant dans ce cas aucune attraction. Bien entendu, les valeurs ne sont admissibles que pour l'électro-aimant employé dans le laboratoire de Nancy. Pour un autre électro-aimant, il serait indispensable d'établir la

(1) F. PISANI. *Traité élémentaire de Minéralogie*, p. 333.

(2) J. THOULET. *Précis d'analyse des fonds sous-marins actuels et anciens*, Chapelot, Paris 1907, p. 115.

(3) J. THOULET. *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert I^{er}, Prince Souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard, docteur ès sciences, chargé des travaux zoologiques à bord*. Fasc. XXII.

(4) J. THOULET. *Séparation mécanique des éléments de roches*. Bull. Soc. franç. Min., vol. II, p. 17-24, 1879, et Thèse de doctorat, 1880.

(5) A. CHEVALLIER et VÉRAIN. *Triage des minéraux par l'électro-aimant*. Bull. de la Société des Sc. de Nancy, séance du 1^{er} avril 1908 et Compte rendu Acad. Sc., t. CXLVI, p. 487, 1908.

comparaison des échelles d'attraction entre les deux instruments, ce qui n'offre aucune difficulté.

Après avoir isolé la magnétite au moyen d'un simple barreau aimanté, chaque portion des lourds et des légers est examinée au microscope.

Le procédé qui permet de mesurer par l'ombre si l'indice de réfraction d'un grain minéral extrêmement petit est égal, inférieur ou supérieur à l'indice connu d'un liquide au sein duquel il est immergé, rend les services les plus précieux. On sait en effet que si le grain plongé dans le liquide d'indice connu est placé sur la platine du microscope au-dessus d'une lentille fortement convergente ou mieux d'un système de deux de ces lentilles, lorsqu'on avance le doigt entre le réflecteur de lumière et les lentilles, on aperçoit les phénomènes suivants : ou bien l'indice médian du minéral est le même que celui du liquide et alors le grain, devenu presque invisible, est simplement bordé, s'il est anisotrope, d'un étroit et pâle liseré bleu du côté opposé au doigt et rouge du côté le plus rapproché ; ou bien le grain possède un indice supérieur à celui du liquide et, dans ce cas, le bord le plus éloigné du doigt est fortement ombré tandis que l'autre côté est illuminé ; enfin si l'indice du minéral est inférieur à l'indice du liquide, le phénomène contraire a lieu et le bord le plus éloigné du doigt est éclairé tandis que l'autre côté est ombré. Ce procédé si simple et si rapide est particulièrement utile pour la reconnaissance et la différenciation parmi les légers des éléments d'un mélange de quartz, de feldspath orthose et de plagioclases.

Comme liquides d'immersion, on emploie des mélanges de naphthaline monobromée et d'huile de vaseline préparés à l'avance de manière que leurs indices respectifs varient par degrés aussi rapprochés qu'on le voudra entre 1,48 indice de l'huile de vaseline pure et 1,67 indice de la naphthaline monobromée pure. Le mélange d'indice 1,548, indice moyen du quartz, sert spécialement à faire disparaître ce minéral. On peut enfin se servir d'iodure de méthylène d'indice égal à 1,74 (1).

Enfin, pour préciser le diagnostic des divers éléments minéraux, on examine sous le microscope les diverses propriétés optiques des grains en lumière réfléchie, en lumière transmise naturelle et polarisée ; on observe le dichroïsme s'il existe, etc.

Chacune des trois catégories : lourds, légers attirés, légers non attirés, a été examinée séparément. Dans chaque préparation le nombre des grains se rapportant aux diverses espèces minérales a été compté deux ou trois fois dans l'espace limité par le champ du microscope et en faisant mouvoir la préparation. On obtient ainsi des résultats donnant une notion du pourcentage des divers minéraux. Les minéraux dépassant 50 % de la totalité sont marqués D (dominant) ; quand ils sont compris entre 50 % et 20 % AA (très abondant), et entre 20 et 10 % A (abondant). Aucune lettre ne suit le minéral dont la

(1) Au sujet de ce procédé, consulter les ouvrages suivants : J. THOULET. *Contribution à l'étude des propriétés physiques et chimiques des minéraux microscopiques*. Thèse de doctorat, 1880, p. 47. — SCHRÖDER VON DER KOLK. *Tabellen für Mikroskopischen Bestimmung der Mineralien nach ihrem Brechnungsindex*. Wiesbaden, 1900. — FRED. EUG. WRIGHT. *The determination of the feldspars by means of their refractive indices*. Amer. Journ. of Science, vol. XXI, may 1906, p. 361-363. — THOULET. *Précis d'analyse des fonds sous-marins actuels et anciens*, 1907.

proportion est comprise entre 10 % et 5 % ; entre 5 % et 1 % il est marqué R (rare) et au-dessous de 1 % RR (très-rare). Ces indications, tout approximatives qu'elles soient, rendent cependant de réels services.

ORGANISMES. — Les organismes des fonds étudiés, qui sont en majeure partie des coquilles, ont été déterminés d'après le *Prodromus Faunæ Mediterraneæ* de Carus (1) et d'après l'*Histoire naturelle de la France* (2). Pour quelques-uns d'entre eux et particulièrement pour la reconnaissance délicate des tubes de Serpuliens, j'ai eu recours à l'obligeance de M. Collin, Préparateur à la Station Zoologique de Cette.

L'état des coquilles a été indiqué ; leur abondance relative a été exprimée par les mêmes abréviations que celles employées pour les minéraux.

C. Analyses.

REMARQUES. — Tous les fonds analysés ont été recueillis au sondeur Léger.

L'ordre suivi dans l'énumération des coquilles est celui adopté par Carus dans son *Prodromus Faunæ Mediterraneæ*.

Les minéraux sont répartis en trois catégories : lourds, légers attirés, légers non attirés. L'indication du rapport des lourds aux légers et des légers attirés aux non attirés correspond aux grains très fins. Les minéraux sont énumérés toujours dans le même ordre : les lourds, en commençant par les plus ferrugineux, minerais de fer, spinelle et grenat, puis, par les micas, les amphiboles, les pyroxènes en continuant et en finissant par les moins ferrugineux ; les légers attirés ; et les légers non attirés en commençant par les feldspaths et en finissant par le quartz.

ABRÉVIATIONS. —	Lat.....	latitude.
	Long....	longitude.
	P.....	profondeur.
	S.....	sable.
	L.....	lourds.
	l.....	légers.
	la... ..	légers attirés.
	lna.....	légers non attirés.

(1) S.-V. CARUS. *Prodromus Faunæ Mediterraneæ*, vol. II, Stuttgart, 1889-1893.

(2) A. GRANGER. *Histoire naturelle de la France*, 6^e et 7^e parties. *Mollusques*. Musée scolaire Deyrolle.

Station 1. — 3 septembre 1908. S.-E. des Eaux-Blanches.

Lat. = 43° 25' 06" N.
 Long. = 1° 21' 36" E.
 P = 1.20 m.

Sable fin, médiocrement calcaire II, avec gravier coquillier et rares galets.

Gravier.....	42.0	pour cent du fond.	
Sable 99.5	S. gros.....	0.5	Après acide..... »
	S. moyen	3.0	— 1.4
	S. fin	82.0	— 66.6
	S. très fin	14.0	— $\left. \begin{array}{l} L = 0.8 \\ la = 1.7 \\ lna = 6.9 \end{array} \right\}$ 9.4
Vase 0.5	Fins-fins	0.5	— 0.7
	Arg. calc.	0.0	— »
Argile.....	»		— 0.4
Calcaire.....	»		— 1.5
		100.0	100.0

$$\frac{L}{I} = 0.09 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.25$$

Ammoniaque totale = 30 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Mytilus galloprovincialis* R, *Cardium edule* A, *C. exiguum*, *Tapes virgineus*, *Loripes lacteus* D, *Tellina tenuis*, *Syndesmya ovata*, *Chiton cinereus* R, *Phasianella tenuis*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* R, *Cyclonassa neritea*. — Coquilles brisées.

Mélangés au gravier, quelques rares galets de calcaire dolomitique, allongés et aplatis, à la surface corrodée.

SABLE GROS. Très peu de coquilles entières : *Rissoa oblonga* et *Peringia obeliscus*. — Coquilles moulues.

SABLE MOYEN. Grains roulés de quartz, de quartzite et de roches vertes beaucoup plus rares.

SABLE FIN. Id., avec quelques lamelles d'orthose et de mica noir.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite R, ilménite RR, limonite R, spinelle R, grenat A, biotite, muscovite R, actinote, glaucophane R, hornblende verte AA, hornblende brune, augite R, péridot R, tourmaline brune, épidote R, sphène RR, staurotide R, zircon, corindon RR, dolomie A. Tourmaline et zircon sont le plus souvent à l'état de petits cristaux; spinelle, grenat, augite, staurotide ont conservé des arêtes vives. Les autres grains minéraux ont des contours arrondis.

la. Serpentine R, magma basaltique D, quartz et silex ferrugineux AA, quartz avec serpentine et quartz avec chlorite RR.

lna. Orthose, plagioclases (surtout labrador), quartz hyalin AA, quartz cristallin D, silex R.

FINS-FINS. Mêmes minéraux en grains souvent anguleux.

OBSERVATIONS. Sable très résistant dans lequel le sondeur ne pénètre pas; trois opérations sont nécessaires pour recueillir une quantité de fond suffisante. La surface des plus grosses coquilles est recouverte d'algues, en particulier d'*Acetabularia mediterranea*.

Station 2. — Janvier 1908. A 2 milles au S.-W. de Mèze.

Lat. = 43° 24' 01" N.

Long. = 1° 14' 16" E.

P = 1.40 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	7.0 pour cent du fond.		
Sable 11.0	S. gros.....	5.5	Après acide..... »
	S. moyen.....	1.5	— 0.1
	S. fin.....	1.0	— 0.3
	S. très fin.....	3.0	— $\left. \begin{array}{l} L = 0.03 \\ la = 0.13 \\ lna = 2.44 \end{array} \right\}$ 2.6
Vase 89.0	Fins-fins.....	33.0	— 18.0
	Arg. calc.....	56.0	— »
Argile.....	»		— 40.0
Calcaire.....	»		— 39.0
		100.0	100.0

$$\frac{L}{I} = 0.01 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.05$$

Ammoniaque totale = 400 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Loripes lacteus* A, *Phasianella tenuis* A, *Trochus Adansonii* R, *Cerithium vulgatum* var. *hirta* AA, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*. — Coquilles brisées des mêmes et de *Cardium exiguum*, *Capsa fragilis*.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de *Phasianella tenuis*, *Rissoa oblonga*. — Coquilles moulues.

SABLE MOYEN. Quartz hyalin et surtout quartzite en grains roulés.

SABLE FIN. Id. et très rares lamelles d'orthose et de biotite altérée.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, hématite RR, limonite, grenat R, muscovite R, biotite altérée A, actinote R, hornblende verte, tourmaline brune, tourmaline violacée toujours en cristaux, andalousite R, épidote, staurotide R, rutile RR, zircon, corindon RR. Les cristaux de zircon sont les uns allongés à arêtes vives, les autres plus raccourcis à contours émoussés.

la. Limonite A, quartz ferrugineux D.

lna. Orthose R, plagioclases RR, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux. Grains presque tous anguleux; tourmaline et zircon toujours en cristaux.

ARGILE. Couleur grise.

OBSERVATIONS. Couche superficielle rouge oxydée, épaisse de 8 mm; au-dessous argile grise. Débris de végétaux morts.

Station 3. — Janvier 1908. En face du château de Villeroi.

Lat. = 43° 23' 14" N.
 Long. = 1° 16' 49" E.
 P = 1.50 m.

Sable vaseux très fin mélangé, calcaire III, avec rare gravier coquillier.

Gravier.....	1.0	pour cent du fond.	
Sable 93.1	S. gros.....	0.1	Après acide..... »
	S. moyen.....	0.5	—..... »
	S. fin.....	22.5	—..... 17.0
	S. très fin.....	70.0	—..... 52.0
Vase 6.9	Fins-fins.....	0.9	—..... 0.7
	Arg. calc.....	6.0	—..... »
Argile.....	»		—..... 5.0
Calcaire.....	»		—..... 25.1
		100.0	100.0

GRAVIER. Coquilles toutes entières : *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule* A, *C. exiguum* A, *Tapes virgineus* A, *Loripes lacteus* AA, *Syndesmya ovata* A, *Phasianella tenuis*, *Rissoa oblonga*, *Nassa reticulata*.

Station 4. — 14 septembre 1908. Au S. du Plan de l'Air.

Lat. = 43° 21' 31" N.

Long. = 1° 14' 10" E.

P = 1.50 m.

Sable fin, médiocrement calcaire II, avec rare gravier coquillier.

Gravier.....		4.0 pour cent du fond.				
Sable 99.9	{	S. gros.....	0.7	Après acide.....	»	
		S. moyen.....	4.2	—	1.0	
		S. fin.....	85.6	—	68.0	
		S. très fin.....	9.4	L = 0.6	{	7.4
				la = 1.6		
Vase 0.1	{	Fins-fins.....	0.1	—		
		Arg. calc.....	0.0	—	»	
Argile.....		»		—	0.8	
Calcaire.....		»		—	22.8	
			100.0		100.0	

$$\frac{L}{I} = 0.09 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.30$$

Ammoniaque totale = 50 mmg par kilog.

Acide phosphorique = 1.22 ‰

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières : *Loripes lacteus* D, *Phasianella tenuis* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*. — Débris d'oursins.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de *Phasianella tenuis*. — Coquilles moulues. Débris d'oursins.

SABLE MOYEN. Quartz et quartzite en grains roulés.

SABLE FIN. Spinelle RR, biotite R, hornblende verte RR, dolomie RR, magma basaltique, orthose, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite R, ilménite RR, limonite R, spinelle et grenat A, biotite, muscovite R, actinote R, glaucophane, hornblende verte, hornblende brune RR, augite A, péridot R, tourmaline brune, tourmaline verte R, axinite RR, épidote A, staurotide, zircon, corindon RR, apatite RR, dolomie A. Grains ordinairement très roulés à l'exception de cristaux de tourmaline et de zircon.

la. Serpentine R, chlorite R, magma basaltique D, quartz et feldspath ferrugineux.

lna. Orthose A, labrador A, anorthite, quartz hyalin AA, quartz cristallinique AA, silex R.

FINS-FINS. Mêmes minéraux en grains anguleux.

Station 5. — 11 septembre 1908. Près de Montpenèdre.

Lat. = 43° 23' 19" N.
 Long. = 1° 13' 36" E.
 P = 1.50 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	40.0 pour cent du fond.		
Sable 39.3	S. gros.....	12.5	Après acide..... »
	S. moyen.....	1.5	— »
	S. fin.....	1.5	— 0.1
	S. très fin.....	23.8	— $\left. \begin{array}{l} L = 0.08 \\ la = 0.55 \\ lna = 18.27 \end{array} \right\}$ 18.9
Vase 60.7	Fins-fins.....	32.7	— 25.0
	Arg. calc.....	28.0	— »
Argile.....	»		— 21.0
Calcaire.....	»		— 35.0
		100.0	100.0

$$\frac{L}{I} = 0.004 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.030$$

GRAVIER. Coquilles entières de : *Modiola adriatica* R. *Cardium edule* R, *C. exiguum*, *Loripes lacteus*, *Capsa fragilis* A, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis* A, *Trochus Adansonii* A, *T. striatus*, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* A, *Cerithium vulgatum* var. *hirta*, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus* R, *Nassa corniculum*. — Coquilles brisées des mêmes, de *Mytilus galloprovincialis* et de *Tapes virgineus*.

SABLE GROS. Coquilles entières de *Phasianella tenuis*, *Peringia obeliscus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*. Spirorbes et débris d'oursins. Coquilles moulues.

SABLE FIN. Quartz et quartzite en grains roulés.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite RR, limonite A, grenat A, biotite décomposée AA, muscovite A, hornblende verte, tourmaline brune A, tourmaline violacée, disthène RR, zircon.

la. Limonite A, quartz ocreux.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallin D, silex R.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur jaune.

OBSERVATIONS. Algues et Zostères.

Station 6. — 12 septembre 1908. En face de Villeroi.

Lat. = 43° 23' 36" N.

Long. = 1° 17' 27" E.

P = 1.70 m.

Sable fin mélangé, médiocrement calcaire II, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier..... 7.0 pour cent du fond.

Sable 99.9	{	S. gros.....	0.8	Après acide.....	»
		S. moyen	3.5	—	1.8
		S. fin	79.3	—	62.6
		S. très fin	16.3	—	$\left. \begin{array}{l} L = 0.9 \\ la = 1.9 \\ lna = 6.9 \end{array} \right\} 9.7$
Vase 0.1	{	Fins-fins	0.1	—	0.9
		Arg. calc.	»	—	»
Argile		»	»	—	0.8
Calcaire.....		»	»	—	24.2
			100.0	100.0	

$$\frac{L}{I} = 0.10 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.27$$

Ammoniaque totale = 30 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières : *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule*, *Tapes virgineus*, *Loripes lacteus* AA, *Syndesmya ovata* A, *Phasianella tenuis*, *Rissoa oblonga*.

SABLE GROS. Coquilles moulues.

Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite R, ilménite RR, spinelle et grenat A, biotite, muscovite R, actinote R, glaucophane, hornblende verte A, hornblende brune R, augite, tourmaline brune R, épidote A, staurotide, zircon, corindon RR, dolomie A, minéraux serpentinisés.

la. Serpentine R, chloritoïde RR, magma basaltique D.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D, silex R.

OBSERVATIONS. Débris de Zostères.

Station 7. — Janvier 1908. Débouché du Grau du Quinzième dans Thau.

Lat. = 43° 20' 30" N.

Long. = 1° 12' 38" E.

P = 1.70 m.

Sable vaseux fin-très fin, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....			9.0	pour cent du fond.	
Sable 92.5	{	S. gros.....	2.0	Après acide.....	»
		S. moyen.....	4.0	—.....	2.5
		S. fin.....	61.0	—.....	40.0
		S. très fin.....	25.5	—	$\left. \begin{array}{l} L = 0.1 \\ la = 0.6 \\ lna = 18.3 \end{array} \right\}$
Vase 7.5	{	Fins-fins.....	4.0	—.....	3.0
		Arg. calc.....	3.5	—.....	»
Argile.....		»		—.....	3.5
Calcaire.....		»		—.....	32.0
			100.0		100.0

$$\frac{L}{I} = 0.005 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.033$$

GRAVIER. Coquilles entières, parfois revêtues d'algues vertes microscopiques, de : *Lima inflata* R, *Pecten varius* R, *Mytilus galloprovincialis* R, *Modiola adriatica*, *Modiolaria marmorata* R, *Cardium edule* R, *C. exiguum* A, *Tapes virgineus*, *Loripes lacteus* AA, *Capsa fragilis*, *Bulla cornea* R, *Phasianella tenuis* A, *Trochus Adansonii* R, *T. striatus* R, *Rissoa oblonga*, *Cerithium vulgatum* var. *hirta*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*, *Nassa corniculum*. — Beaucoup de coquilles brisées.

SABLE GROS. Coquilles moulues.

SABLE MOYEN. Grains roulés de quartz, de quartzite et, beaucoup plus rares, de basalte et de tuf volcanique rougeâtre.

SABLE FIN. Id. et augite RR.

SABLE TRÈS FIN: *L.* Magnétite R, ilménite RR, spinelle et grenat, biotite, actinote R, hornblende verte A, hornblende brune, augite A, hypersthène RR, tourmaline brune, topaze RR, épidote, zircon R, dolomie A, apatite RR.

la. Limonite, serpentine RR, magma basaltique D, quartz ferrugineux A.

lna. Orthose, labrador, quartz hyalin AA, quartz cristallinique.

FINS-FINS. Mêmes minéraux et staurotide RR.

ARGILE. Couleur brune.

OBSERVATIONS. Quelques touffes de *Cladophora*.

Station 8. — Janvier 1908. Entrée du canal du Midi.

Lat. = 43° 20' 28" N.

Long. = 1° 12' 13" E.

P = 1.90 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....			18.0	pour cent du fond.			
Sable 34.0	{	S. gros.....	9.5	Après acide.....		0.1	
		S. moyen.....	5.0	—.....		0.4	
		S. fin.....	5.5	—.....		1.0	
		S. très fin.....	14.0	—	L = 0.1 la = 0.3 lna = 7.6	}	8.0
Vase 66.0	{	Fins-fins.....	30.0	—.....		16.0	
		Arg. calc.	36.0	—.....		»	
Argile.....		»		—.....		39.5	
Calcaire.....		»		—.....		35.0	
			100.0			100.0	

$$\frac{L}{I} = 0.008 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.046$$

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Cardium edule*, *C. edule* var. *siculum*, *Tapes virginus* R, *Loripes lacteus* R, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis*, *Trochus Adansoni*, *T. striatus*, *Rissoa oblonga* A, *Cerithium vulgatum* var. *hirta*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* A, *Nassa corniculum*. — Coquilles brisées.

SABLE GROS. Coquilles entières de *Phasianella*, *Rissoa*, *Bittium*. — Coquilles moulues.

Fragments de brique, escarbilles, houille, charbon.

SABLE MOYEN. Id. et grains roulés de quartz et de quartzite.

SABLE FIN. Grains roulés de quartz hyalin, de quartzite et, beaucoup plus rares, de roches vertes, de schistes gris, de basalte; lamelles de mica RR.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite R, ilménite RR, limonite, grenat et spinelle, biotite, muscovite A, actinote R, hornblende verte A, hornblende brune R, augite, péridot R, tourmaline brune, tourmaline verte toujours en cristaux R, sillimanite RR, épidote, rutile RR, zircon en cristaux R, dolomie. Grains souvent anguleux.

la. Serpentine RR, magma basaltique D, quartz ferrugineux AA.

lna. Orthose, labrador A, albite R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique AA, silex R.

FINS-FINS. Mêmes minéraux et staurotide RR.

ARGILE. Couleur brune.

OBSERVATIONS. Touffes de *Cladophora*.

Station 9. — 12 septembre 1908. A 1/2 mille au N.-E. du canal de Villeroi.

Lat. = 43° 24' 50" N.
Long. = 1° 19' 20" E.
P = 2.00 m.

Sable fin, médiocrement calcaire II, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....			15.0 pour cent du fond.		
Sable 99.9	{	S. gros.....	1.9	Après acide.....	»
		S. moyen	1.0	—	»
		S. fin	82.0	—	67.0
		S. très fin	15.0	—	12.7
Vase 0.1	{	Fins-fins	0.1	—	0.3
		Arg. calc.	»	—	»
Argile		»	—	»	
Calcaire		»	—	20.0	
			100.0		100.0

Acide phosphorique = 1.19 ‰ Ammoniaque totale = 36 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles entières : *Cardium edule* AA, *Tapes virgineus* A, *Loripes lacteus* AA, *Syndesmya ovata*, *Nassa reticulata*. — Coquilles brisées.

SABLE GROS ET SABLE MOYEN. Coquilles moulues.

SABLE FIN. Quartz et quartzite roulés D, roches vertes R, schistes gris ou verdâtres R, lamelles de mica RR.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, grenat R, biotite A, muscovite, actinote R, glaucophane, hornblende verte A, hornblende brune RR, augite RR, tourmaline, zircon R, corindon RR, dolomie A.

la. Magma basaltique D, quartz ferrugineux A.

lna. Orthose A, oligoclase R, albite R, labrador A, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D. Plusieurs grains de quartz sont mouchetés de vert (chlorite).

FINS-FINS. Mêmes minéraux et épidote RR.

OBSERVATIONS. Quelques Zostères et Acétabulaires.

Station 10. — 11 septembre 1908. En face de Montpenède.

Lat. = 43° 23' 02" N.

Long. = 1° 13' 27" E.

P = 2.00 m.

Sable vaseux, très calcaire IV, avec gravier coquillier.

Gravier.....	25.0	pour cent du fond.		
Sable 75.0	S. gros.....	21.3	Après acide.....	»
		20.0	—	4.6
		16.2	—	10.0
	S. très fin	17.5	— $\left. \begin{array}{l} L = 0.1 \\ la = 0.3 \\ lna = 11.4 \end{array} \right\}$	11.8
Vase 25.0	Fins-fins	12.5	—	7.5
	Arg. calc.	12.5	—	»
Argile.....	»		—	7.9
Calcaire	»		—	58.2
		100.0		100.0

$$\frac{L}{I} = 0.008 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.025$$

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Mytilus gallôprovincialis* R, *Cardium edule*, *C. exiguum*, *Loripes lacteus* AA, *Capsa fragilis* R, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis* AA, *Trochus Adansonii* R, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*, *Nassa corniculum*, *Cyclonassa neritea*. — Coquilles brisées des mêmes et de *Tapes virgineus*. Débris d'oursins.

SABLE GROS. Coquilles entières de *Phasianella* AA, *Rissoa*, *Bittium*, *Retusee semisulcata*, *Peringia obeliscus*. Spirorbes (*Spirorbis spirillum*). — Coquilles moulues. Débris d'oursins.

SABLE MOYEN. Quartz et quartzite en grains roulés enduits de limonite.

SABLE FIN. Id.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, limonite R, spinelle et grenat R, biotite, muscovite, glaucophane R, hornblende verte, pyroxènes RR, tourmaline brune, tourmaline gris-violacé toujours en cristaux R, axinite RR, disthène RR, épidote R, staurotide, zircon R, corindon RR, saphir RR. Grains souvent anguleux.

la. Magma basaltique RR, serpentine RR, limonite A, quartz imprégné de limonite D.

lna. Orthose R, plagioclases RR, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux et rutile.

ARGILE. Couleur brun rougeâtre.

Station II. — 14 septembre 1908. A l'W. du château de Villeroi.

Lat. = 43° 22' 49" N.
Long. = 1° 16' 17" E.
P = 2.10 m.

Sable fin, médiocrement calcaire II, avec très rare gravier coquillier.

Gravier.....	3.0	pour cent du fond.	
Sable 100.0	S. gros.....	0.2	Après acide..... »
	S. moyen	1.0	— »
	S. fin	82.3	— 65.0
	S. très fin ,....	16.5	— $\left. \begin{array}{l} L = 2.6 \\ la = 3.2 \\ lna = 6.6 \end{array} \right\}$ 12.4
Vase 0.0	Fins-fins	»	— 0.5
	Arg. calc.	»	— »
Argile.....	»		— 0.1
Calcaire	»		— 22.0
		100.0	100.0

$$\frac{L}{I} = 0.27 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.48$$

Ammoniaque totale = 56 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles entières de *Tapes virgineus*, *Loripes lacteus* AA, *Phasianella tenuis* A, *Rissoa oblonga* A. — Coquille brisée de *Pecten opercularis*.

SABLE GROS. Coquilles entières de *Phasianella*, *Rissoa*, *Peringia obeliscus*. — Coquilles moulues.

SABLE MOYEN. Coquilles moulues.

SABLE FIN. Grains opaques rougeâtres, verdâtres ou gris de roches cristallines et de schistes, grains très roulés de quartz et de quartzite.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite RR, ilménite RR, limonite R, grenat et spinelle A, biotite noire, muscovite R, actinote RR, glaucophane RR, hornblende verte, hornblende basaltique brune R, augite, diallage RR, hypersthène RR, péridot RR, tourmaline brune R, tourmaline verte RR, tourmaline jaune RR, topaze RR, épidote, sphène RR, staurotide R, zircon R, corindon RR, dolomie A, apatite RR. Grains pour la plupart arrondis.

la. Grains opaques rouges, verts, jaunes ou gris A, minéraux serpentinisés RR, magma basaltique D.

lna. Orthose, plagioclase, quartz hyalin D, quartz cristallinique AA, silex R.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

Station 12. — 11 mai 1909. En face des salines du Quinzième.

Lat. = $43^{\circ} 21' 12''$ N.Long. = $1^{\circ} 13' 31''$ E.

P = 2.20 m.

Sable fin-très fin, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....			18.0 pour cent du fond.	
Sable 96.7 {	S. gros.....	5.2	Après acide.....	0.1
	S. moyen.....	6.2	—.....	0.7
	S. fin.....	45.3	—.....	32.5
	S. très fin.....	40.0	—.....	29.4
Vase 3.3 {	Fins-fins.....	1.7	—.....	2.0
	Arg. calc.	1.6	—.....	»
Argile.....		»	—.....	0.8
Calcaire.....		»	—.....	32.5
		100.0		100.0

OBSERVATIONS. Dans le gravier, petit caillou anguleux de calcaire dolomitique, recouvert d'Acétabulaires.

Station 13. — 11 septembre 1908. A 1 mille au N.-E. de Mèze.

Lat. = 43° 25' 55" N.

Long. = 1° 17' 05" E.

P = 2.20 m.

Vase très sableuse, calcaire III, avec abondant gravier coquillier.

Gravier.....	96.0	pour cent du fond.	
Sable 56.5	S. gros.....	6.2	Après acide..... »
	S. moyen	2.8	— »
	S. fin	1.6	— 0.2
	S. très fin	45.9	L = 0.4
			la = 2.6
			lna = 52.5
Vase 43.5	Fins-fins	23.5	— 18.0
	Arg. calc.	20.0	— »
Argile.....	»		— 16.5
Calcaire	»		— 29.8
		100.0	100.0

$$\frac{L}{l} = 0.01 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.08$$

GRAVIER. Coquilles entières : *Pecten glaber* R, *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule* R, *C. edule* var. *siculum* A, *C. exiguum*, *Loripes lacteus* R, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea*, *Phasianella tenuis*, *Trochus striatus*, *Rissoa oblonga*, *Cerithium vulgatum* var. *hirta* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* A, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*, *Ocenebra Edwardsii*, *Nassa corniculum* A. Beaucoup de coquilles sont incrustées de tubes calcaires de *Serpula crater*. Quelques-unes sont recouvertes d'algues microscopiques. — Coquilles brisées.

SABLE GROS. Presque autant de coquilles entières (*Phasianella*, *Rissoa* et *Bittium*) que de coquilles moulues.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, limonite, grenat R, biotite altérée A, muscovite, hornblende verte, tourmaline brune R, tourmaline violacée R, andalousite RR, sillimanite RR, épidote A, staurotide RR, rutile RR, zircon.

la. Limonite A, quartz imprégné de limonite D.

lna. Orthose R, plagioclases RR, quartz hyalin AA, quartz cristallin D, silex RR.

OBSERVATIONS. L'argile, d'un beau jaune, reste facilement en suspension dans l'eau.

Station 14. — 11 septembre 1908. A 1/2 mille au N.-E. de Mèze.

Lat. = 43° 25' 44" N.
 Long. = 1° 16' 53" E.
 P = 2.20 m.

Vase sableuse de couleur jaune, renfermant beaucoup de fins-fins, analogue à la vase sableuse de la St. 23.

Station 15. — 11 septembre 1908. Devant Mèze.

Lat. = 43° 25' 29" N.
 Long. = 1° 16' 26" E.
 P = 2.20 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	25.0	pour cent du fond.	
Sable 12.8 {	S. gros.....	6.8	Après acide..... »
	S. moyen	1.7	— »
	S. fin	1.9	— »
	S. très fin	2.4	— 0.2
Vase 87.2 {	Fins-fins	31.9	— 23.6
	Arg. calc.	55.3	— »
Argile	»		— 38.2
Calcaire	»		— 38.0
		100.0	100.0

Acide phosphorique = 1.25 ‰ Ammoniaque totale = 500 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles entières: *Mytilus galloprovincialis*, *M. cylindraceus* R, *Modiola adriatica*, *Cardium exiguum* A, *Tapes virgineus* R, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis*, *Trochus Adansonii* A, *Rissoa oblonga* A, *Cerithium vulgatum* var. *hirta*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*. — Beaucoup de coquilles brisées.

SABLE GROS. Coquilles moulues.

OBSERVATIONS. Vase sableuse jaune avec filaments d'algues vertes.

Station 16. — 14 septembre 1908. Plan de l'Air.

Lat. = 43° 21' 58" N.
 Long. = 1° 14' 11" E.
 P = 2.20 m.

Roche.

Station 17. — Janvier 1908. Crique de l'Angle.

Lat. = 43° 26' 50" N.

Long. = 1° 19' 56" E.

P = 2.25 m.

Vase calcaire III, avec rare gravier coquillier.

Gravier.....	4.0	pour cent du fond.	
Sable 3.5	S. gros.....	2.0	Après acide..... »
	S. moyen	0.5	— »
	S. fin	0.5	— 0.1
	S. très fin	0.5	— $\left. \begin{array}{l} L = \text{traces} \\ la = \text{traces} \\ lna = 0.4 \end{array} \right\}$ 0.4
Vase 96.5	Fins-fins	1.5	— 1.0
	Arg. calc.	95.0	— »
Argile	»		— 70.0
Calcaire	»		— 28.5
		100.0	100.0

$$\frac{L}{I} = 0.004 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.020$$

$$\text{Soufre} = 0.47 \%$$

GRAVIER. Coquilles la plupart entières: *Cardium exiguum* AA, *Tapes virgineus*, *Capsa fragilis*, *Trochus Adansonii* A, *T. striatus*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* A, *Nassa corniculum*. — Coquilles brisées.

SABLE GROS et SABLE MOYEN. Quelques coquilles entières. Coquilles moulues.

SABLE FIN. Quartz et quartzite enduits de limonite.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, limonite A, grenat, biotite, muscovite, hornblende verte, tourmaline brune R, tourmaline verte RR, tourmaline gris violacé RR, andalousite RR, épidote, sphène RR, staurotide RR, rutile RR, zircon R, dolomie R.

la. Limonite A, quartz imprégné de limonite D.

lna. Orthose R, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur noire. Fibres végétales provenant de Zostères en décomposition.

Station 18. — Janvier 1908. Sortie du canal des salines de Villeroi.

Lat. = 43° 24' 32" N.

Long. = 1° 18' 56" E.

P = 2.30 m.

Sable très fin mélangé, médiocrement calcaire II, avec rare gravier coquillier.

Gravier.....	4.0	pour cent du fond.		
Sable 96.5	{	S. gros.....	0.2	Après acide..... »
		S. moyen.....	2.0	— 0.3
		S. fin.....	32.3	— 24.2
		S. très fin.....	62.0	— $\left. \begin{array}{l} L = 4.2 \\ la = 8.3 \\ lna = 37.5 \end{array} \right\}$ 50.0
Vase 3.5	{	Fins-fins.....	2.0	— 1.5
		Arg. calc.....	1.5	— »
Argile.....			»	— 1.0
Calcaire.....			»	— 23.0
			100.0	100.0

$$\frac{L}{I} = 0.09 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.22$$

GRAVIER. Coquilles la plupart entières : *Modiola adriatica* A, *Modiolaria marmorata* A, *Cardium edule* var. *siculum*, *C. exiguum*, *Tapes virgineus*, *Loripes lacteus* A, *Capsa fragilis*, *Syn-desmya ovata*, *Phasianella tenuis* A, *Trochus striatus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*, *Nassa reticulata*. — Coquilles brisées des mêmes et de *Cerithium vulgatum* var. *hirta*.

Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, ilménite RR, limonite, spinelle et grenat, biotite, actinote RR, glaucophane R, hornblende verte, hornblende brune RR, augite, diallage RR, bron-zite RR, péridot RR, tourmaline brune, épidote, zircon R, corindon R, dolomie A, minéraux opaques verts ou gris A.

la. Magma balsatique D, grains opaques verts ou jaunes AA.

lna. Orthose A, labrador A, albite, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D, silex R.

OBSERVATIONS. Débris de Zostères.

Station 19. — Novembre 1907. Sortie du canal de la Bordigue.

Lat. = 43° 24' 57" N.
 Long. = 1° 20' 59" E.
 P = 2.50 m.

Sable fin mélangé, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier	30.0	pour cent du fond.	
Sable 98.0	{	S. gros	13.8
		S. moyen	10.2
		S. fin	61.8
		S. très fin	12.2
Vase 2.0	{	Fins-fins	1.2
		Arg. calc.	0.8
Argile		»	»
Calcaire		»	»
			100.0
		Après acide	0.6
		—	1.1
		—	42.3
		—	13.5
		—	1.1
		—	»
		—	0.9
		—	40.5
			100.0

Traitement par l'alcool : Coloration vert émeraude; 0.25 % de résidu.

— par l'éther : Résidu huileux, jaune; 0.09 % de résidu.

GRAVIER. Coquilles entières de *Cardium exiguum* A, *Tapes virgineus* AA, *Corbula gibba* A, *Loripes lacteus* A, *Chiton cinereus*, *Trochus Adansonii* A, *T. striatus*, *Calyptrea chinensis* A. Coquilles brisées, souvent incrustées par *Serpula crater* et *Hydroides pectinata*, des mêmes espèces et de *Mytilus galloprovincialis*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*.

Fragments de coke.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de *Rissoa* et de *Bittium*. Coquilles moulues. Débris de Serpuliens, débris d'oursins.

Charbons de bois, houille, coke, escarbilles, brique, basalte, quartz cristallinique blanc très roulé.

SABLE MOYEN. Escarbilles, biotite R, muscovite, magma basaltique, quartz hyalin AA, quartz cristallinique blanc roulé ou anguleux D.

SABLE FIN. L. Limonite A, grenat, biotite verte A, biotite noire R, muscovite, hornblende verte A, tourmaline brune, tourmaline verte R, péridot RR, dolomie AA, roches opaques A.

la. Magma basaltique D, dolomie ferrugineuse R, quartz cristallinique ferrugineux A.

lna. Orthose R, Quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, ilménite RR, limonite, spinelle et grenat, biotite verte, biotite noire R, muscovite, actinote RR, hornblende verte A, tourmaline brune, tourmaline verte R, péridot R, épidote, sphène RR, staurotide RR, zircon R, dolomie A, grains opaques jaunes, verts ou gris AA.

la. Magma basaltique D, quartz ferrugineux A.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

Station 20. — Novembre 1907. A 50 mètres au N. du rocher de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 51" N.
Long. = 1° 20' 08" E.
P = 2.50 m.

Sable gros, extrêmement calcaire V, avec abondant gravier coquillier.

Gravier.....	72.0	pour cent du fond.		
Sable 99.8	{	S. gros.....	86.0	Après acide..... 0.9
		S. moyen.....	10.0	— 1.3
		S. fin.....	3.5	— 1.1
		S. très fin.....	0.3	— 1.2
Vase 0.2	{	Fins-fins.....	0.1	— 1.3
		Arg. calc.....	0.1	— »
Argile.....		»		— 0.2
Calcaire.....		»		— 94.0
			100.0	100.0

Extrêmement peu de lourds et très peu de légers attirés.

GRAVIER. Coquilles, le plus grand nombre brisées, de *Pecten varius* R, *Modiola adriatica* A, *Tapes virgineus* AA, *T. decussatus* RR, *Trochus Adansonii*, *Calyptrea chinensis* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* R, *Nassa corniculum*. Tubes calcaires de *Serpula crater* et *Hydroides pectinata*. Quelques *Sphæroma serratum*.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de *Bittium*. Coquilles moulues.

Escarbilles, houille, brique, quartz.

SABLE MOYEN. Id. et mica R, basalte R.

SABLE FIN. Id. et grenat RR.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, spinelle R, grenat rouge A, biotite verte, muscovite R, actinote, hornblende verte, tourmaline, zircon RR, corindon RR, dolomie R, grains opaques jaunes ou verts A.

la. Magma basaltique A, quartz ferrugineux D.

lna. Feldspaths A, quartz D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux et rutile RR. Rares spicules d'éponges; débris de Radiolaires, de Péridiniens et de Diatomées.

Station 21. — 14 septembre 1908. Plan de l'Air.

Lat. = 43° 21' 59" N.
 Long. = 1° 14' 15" E.
 P = 2.50 m.

Sable vaseux gros mélangé, très calcaire IV, avec gravier quartzeux et coquillier.

Gravier.....			45.0	pour cent du fond.	
Sable 92.8	{	S. gros.....	49.5	Après acide.....	17.0
		S. moyen	25.6	—	5.2
		S. fin	12.8	—	4.1
		S. très fin	4.8	—	1.7
Vase 7.2	{	Fins-fins	3.8	—	1.1
		Arg. calc.	3.4	—	»
Argile.....		»		—	1.9
Calcaire.....		»		—	66.0
			100.0		100.0

Ammoniaque totale = 270 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles entières: *Modiola adriatica* AA, *Cardium exiguum* A, *Tapes virgineus* AA, *Rissoa oblonga* A. — Coquilles moulues abondantes.

Les 4/5^e du gravier sont formés de grains roulés de quartz laiteux blanc, gris ou jaunâtre.

Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, spinelle A, grenat, biotite, muscovite R, hornblende verte A, hornblende brune RR, augite A, péridot RR, épidote, sphène RR, zircon A, dolomie A.

la. Chlorite RR, magma basaltique D, quartz imprégné de limonite A.

lna. Orthose, plagioclase, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D, silex R.

OBSERVATIONS. Sable vaseux sur roche.

Station 23. — 11 septembre 1908. Devant Mèze.

Lat. = 43° 25' 37" N.
 Long. = 1° 16' 41" E.
 P = 2.50 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	19.0	pour cent du fond.	
Sable 15.4	S. gros.....	6.0	Après acide..... »
	S. moyen.....	1.1	—..... »
	S. fin.....	1.2	—..... »
	S. très fin.....	7.1	— $\left. \begin{array}{l} L = 0.02 \\ la = 0.07 \\ lna = 4.31 \end{array} \right\}$ 4.4
Vase 84.6	Fins-fins.....	13.6	—..... 9.6
	Arg. calc.	71.0	—..... »
Argile.....	»		—..... 52.0
Calcaire.....	»		—..... 34.0
		100.0	100.0

$$\frac{L}{1} = 0.005 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.015 \quad \text{Ammoniaque totale} = 660 \text{ mmg par kilog.}$$

GRAVIER. Coquilles entières: *Cardium edule* AA, *C. exiguum*, *Tapes virgineus*, *Loripes lacteus*, *Capsa fragilis*, *Synthesmya ovata*, *Phasianella tenuis* A, *Trochus striatus*, *Bittium* A, *Rissoa oblonga* AA, *Ocenebra Edwardsii*. — Coquilles brisées des mêmes et de *Mytilus*, *Nassa*.

SABLE GROS. Près du tiers du sable gros est formé de coquilles entières de *Phasianella*, *Rissoa* et *Bittium*. — Coquilles moulues et débris d'oursins et de Serpuliens.

SABLE MOYEN et SABLE FIN. Coquilles moulues.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, ilménite RR, limonite A, grenat R, biotite altérée, muscovite, glaucophane R, hornblende verte A, pyroxènes R, tourmaline brune, tourmaline gris-violacé R, épidote, staurotide R, rutil RR, zircon R, corindon RR, grains opaques AA.

la. Magma basaltique RR, quartz imprégné de limonite D.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur jaune.

Station 24. — 11 septembre 1908. A 1 mille au S.-W. de Mèze.

Lat. = 43° 24' 46" N.

Long. = 1° 15' 21" E.

P = 2.50 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	45.0	pour cent du fond.	
Sable 33.7	S. gros..... 18.1 S. moyen..... 4.1 S. fin 4.5 S. très fin..... 7.0	Après acide.....	»
		—	»
		—	0.3
		—	L = traces
		—	la = traces
		—	lna = 2.0
Vase 66.3	Fins-fins..... 11.5 Arg. calc. . . . 54.8	—	10.5
		—	»
Argile.....	»	—	50.2
Calcaire.....	»	—	37.0
	100.0		100.0

 $\frac{L}{I} = 0.004$ et $\frac{la}{lna} = 0.010$ Ammoniaque totale = 1100 mmg par kilog.

Acide phosphorique = 1.32 ‰

GRAVIER. Coquilles la plupart entières: *Modiola adriatica*, *Cardium edule* R, *C. exiguum*, *Tapes virgineus* A, *Capsa fragilis* A, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea*, *Phasianella tenuis* A, *Trochus striatus* R, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* A, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*, *Cyclonassa neritea*. — Coquilles brisées des mêmes et de *Mytilus*.

SABLE GROS et SABLE MOYEN. Quelques coquilles entières et coquilles moulues. Débris d'oursins.

SABLE FIN. Rares lamelles de mica verdâtre, quartz laiteux en grains arrondis.

SABLE TRÈS FIN. L. Limonite A, grenat, mica verdâtre A, muscovite, hornblende verte R, tourmaline brune, tourmaline violacée R, épidote, staurotide R, disthène RR, zircon.

la. Quartz imprégné de limonite.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallin D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux et rutil RR.

ARGILE. Couleur gris jaunâtre. Débris d'algues et de Zostères.

Station 25. — 11 mai 1909. Devant Montpenède.

Lat. = 43° 22' 44" N.
 Long. = 1° 13' 13" E.
 P = 2.50 m.

Gravier coquillier avec *sable vaseux, extrêmement calcaire V.*

Gravier.....			116.0 pour cent du fond.	
Sable 80.0 {	S. gros.....	41.0	Après acide.....	0.5
	S. moyen	17.6	—	1.4
	S. fin	11.8	—	2.5
	S. très fin . . .	9.6	—	5.0
Vase 20.0 {	Fins-fins	9.4	—	3.5
	Arg. calc.	10.6	—	»
Argile.....	»		—	12.0
Calcaire.....	»		—	75.1
		100.0		100.0

Station 26. — 11 mai 1909. A 1/3 de mille à l'W. de la pointe de la Bordigue.

Lat. = 43° 24' 56" N.
 Long. = 1° 20' 48" E.
 P = 2.50 m.

Sable vaseux, très calcaire IV, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....			17.0 pour cent du fond.	
Sable 76.7 {	S. gros.....	18.5	Après acide.....	»
	S. moyen	11.4	—	1.1
	S. fin	8.7	—	2.5
	S. très fin	38.1	— $\left. \begin{array}{l} L = 0.4 \\ la = 2.6 \\ lna = 10.8 \end{array} \right\}$	13.8
Vase 23.3 {	Fins-fins	13.8	—	8.0
	Arg. calc.	9.5	—	»
Argile.....		»	—	5.6
Calcaire.....		»	—	69.0
		100.0		100.0

$$\frac{L}{1} = 0.03 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.24$$

GRAVIER. Coquilles entières et coquilles brisées. Mêmes espèces qu'à la St. 19.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières et coquilles moulues.

SABLE MOYEN. Quartz hyalin et quartz cristallin.

SABLE FIN. Id. et mica.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, spinelle R, grenat rouge, mica vert, mica noir R, muscovite, actinote R, glaucophane R, hornblende verte, hornblende brune RR, augite, péridot RR, tourmaline brune R, tourmaline verte RR, tourmaline rosée R, épidote, sphène RR, staurotide R, zircon R, dolomie, basalte, grains cristalliniques opaques verts ou jaunes.

la. Magma basaltique D, feldspath ou quartz imprégné de limonite A.

lna. Orthose, labrador, albite R, quartz hyalin AA, quartz cristallin D, silex.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur grise.

Station 27. — 11 mai 1909. Entre la pointe de la Bordigue et la pointe du Barrou.

Lat. = 43° 24' 58" N.

Long. = 1° 20' 32" E.

P = 2.50 m.

Vase très sableuse, très calcaire IV, avec gravier coquillier.

Gravier.....	40.0 pour cent du fond.		
Sable 69.6 {	S. gros.....	30.7	Après acide..... »
	S. moyen.....	17.4	— 0.2
	S. fin.....	11.3	— 1.2
	S. très fin.....	10.2	— 4.7
Vase 30.4 {	Fins-fins.....	9.9	— 5.2
	Arg. calc.....	20.5	— »
Argile.....	»	—	 15.3
Calcaire.....	»	—	 73.4
		100.0	100.0

Station 28. — 11 mai 1909. Entre la pointe de la Bordigue et la pointe du Barrou.

Lat. = 43° 25' 10" N.

Long. = 1° 20' 32" E.

P = 2.50 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	17.0 pour cent du fond.		
Sable 17.6 {	S. gros.....	4.2	Après acide..... »
	S. moyen.....	2.4	— »
	S. fin.....	2.7	— 0.7
	S. très fin.....	8.3	— 3.0
Vase 82.4 {	Fins-fins.....	10.5	— 4.8
	Arg. calc.....	71.9	— »
Argile.....	»	—	 51.2
Calcaire.....	»	—	 40.3
		100.0	100.0

Station 29. — 11 mai 1909. Devant les salines du Quinzième.

Lat. = 43° 20' 54" N.
 Long. = 1° 13' 01" E.
 P = 2.60 m.

Sable vaseux, très calcaire IV, avec gravier de cailloux et de coquilles.

Gravier.....	25.0	pour cent du fond.	
Sable 76.9 }	S. gros.....	23.9	Après acide..... 4.4
	S. moyen	19.6	— 3.8
	S. fin	13.4	— 6.5
	S. très fin	20.0	— 7.8
Vase 23.1 }	Fins-fins	13.1	— 5.6
	Arg. calc.	10.0	— »
Argile.....	»		— 6.7
Calcaire.....	»		— 65.2
		100.0	100.0

OBSERVATION. Fond analogue à celui de la St. 22.

Station 30. — Novembre 1907. A 1/4 de mille au S.-E. de la pointe de Balaruc.

Lat. = 43° 26' 04" N.
 Long. = 1° 20' 25" E.
 P = 2.75 m.

Sable vaseux, très calcaire IV, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	24.0	pour cent du fond.	
Sable 85.9 }	S. gros.....	35.2	Après acide..... 0.7
	S. moyen	20.2	— 2.6
	S. fin	16.4	— 3.2
	S. très fin	14.1	— 8.0
Vase 14.1 }	Fins-fins	14.0	— 24.2
	Arg. calc.	0.1	— »
Argile.....	»		— 1.3
Calcaire.....	»		— 60.0
		100.0	100.0

Traitement par l'alcool : Résidu vert sale; 0.40 %.

— par l'éther : Résidu jaune brun; 0.14 %.

GRAVIER. Coquilles entières : *Pecten glaber* R, *Modiola adriatica* A, *Tapes virgineus* AA, *Capsa fragilis*, *Phasianella tenuis* A, *Trochus striatus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*, *Nassa corniculum*. — Coquilles brisées très abondantes.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières et coquilles moulues. Escarbilles, houille.

SABLE MOYEN. Id. et muscovite.

SABLE FIN. Id. et grains arrondis de quartz cristallinique.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, grenat R, biotite altérée A, muscovite A, hornblende verte, tourmaline brune, zircon, corindon RR, dolomie, grains opaques jaunes ou verts A.

la. Magma basaltique A, quartz ferrugineux D.

lna. Feldspaths A, quartz le plus souvent cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur grise.

Station 31. — 14 septembre 1908. Au S. du Plan de l'Air.

Lat. = 43° 21' 27" N.

Long. = 1° 13' 59" E.

P = 2.80 m.

Sable fin mélangé, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	8.0	pour cent du fond.	
Sable 97.5	{ S. gros.	6.0	Après acide..... »
	{ S. moyen	5.0	— »
	{ S. fin	70.0	— 48.5
	{ S. très fin	16.5	— 11.8
Vase 2.5	{ Fins-fins	1.8	— 2.0
	{ Arg. calc.....	0.7	— »
Argile.....	»		— 1.5
Calcaire	»		— 36.2
		100.0	100.0

Ammoniaque totale = 96 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles entières : *Cardium edule* A, *C. exiguum*, *Loripes lacteus* A, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis* AA, *Trochus Adansonii*, *Rissoa oblonga* A. — Coquilles brisées des mêmes et de *Natica*, *Cerithium*, *Bittium*, — Très nombreux *Spirorbis spirillum* et *Lepralia Pallasiana*.

Station 32. — 11 mai 1909. A 1 1/2 mille au S.-W. de Mèze.

Lat. = $43^{\circ} 24' 28''$ N.
 Long. = $1^{\circ} 15' 10''$ E.
 P = 2.80 m.

Vase sableuse, calcaire III, sans gravier.

Sable 12.9	}	S. gros.....	1.1	Après acide.....	»
		S. moyen	1.3	—	»
		S. fin	4.4	—	0.6
		S. très fin	6.1	—	1.2
Vase 87.1	}	Fins-fins	22.1	—	9.2
		Arg. calc.	65.0	—	»
Argile			»	—	55.3
Calcaire			»	—	33.7
			100.0		
					100.0

Station 33. — 11 septembre 1908. A 1 1/2 mille au S.-W. de Mèze.

Lat. = $43^{\circ} 24' 28''$ N.
 Long. = $1^{\circ} 15' 01''$ E.
 P = 2.80 m.

Roche et Zostères, pas d'échantillon.

Station 34. — 11 septembre 1908. A 3/4 de mille au N.-E. de Montpenèdre.

Lat. = $43^{\circ} 23' 29''$ N.
 Long. = $1^{\circ} 13' 57''$ E.
 P = 2.80 m.

Zostères, pas d'échantillon.

Station 35. — 11 septembre 1908. A 1/2 mille au S.-W. de Mèze.

Lat. = $43^{\circ} 25' 04''$ N.
 Long. = $1^{\circ} 15' 52''$ E.
 P = 2.90 m.

Zostères, pas d'échantillon.

Station 36. — Janvier 1908. Au S.-W. du Plan de l'Air.

Lat. = 43° 21' 29" N.

Long. = 1° 13' 40" E.

P = 3.00 m.

Vase sableuse, très calcaire IV, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....			17.0 pour cent du fond.		
Sable 39.0	{	S. gros.....	16.0	Après acide.....	0.1
		S. moyen.....	11.5	—.....	0.2
		S. fin.....	4.5	—.....	0.5
		S. très fin.....	7.0	—.....	0.7
Vase 61.0	{	Fins-fins.....	17.5	—.....	3.0
		Arg. calc.....	43.5	—.....	»
Argile.....		»		—.....	38.5
Calcaire.....		»		—.....	57.0
			100.0		100.0

Acide phosphorique = 1.95 ‰ Ammoniaque totale = 1005 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles entières: *Mytilus galloprovincialis* R, *Modiola adriatica* A, *Cardium exiguum* R, *Tapes virgineus* A, *Loripes lacteus*, *Syndesmya ovata* R, *Phasianella tenuis*, *Trochus Adansoni* R, *Rissoa oblonga* A, *Cerithium vulgatum* var. *hirta*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*. — Coquilles brisées abondantes.

Station 37. — 11 septembre 1908. En face du canal du Midi.

Lat. = 43° 20' 46" N.

Long. = 1° 12' 14" E.

P = 3.00 m.

Gravier avec vase sableuse calcaire III.

Gravier.....			103.0 pour cent du fond.		
Sable 40.3	{	S. gros.....	24.8	Après acide.....	»
		S. moyen.....	7.7	—.....	»
		S. fin.....	5.2	—.....	»
		S. très fin.....	2.6	—.....	0.1
Vase 59.7	{	Fins-fins.....	1.3	—.....	0.4
		Arg. calc.....	58.4	—.....	»
Argile.....		»		—.....	50.0
Calcaire.....		»		—.....	49.5
			100.0		100.0

Ammoniaque totale = 2625 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Mytilus cylindraceus* R, *Modiolaria marmorata* R, *Cardium exiguum* A, *Loripes lacteus* R, *Phasianella tenuis* A, *Trochus Adansoni*, *T. striatus* A, *Rissoa oblonga* A, *Bittium* R, *Nassa corniculum*. Quelques coquilles de *Planorbis* (alluvions d'eau douce).

Quelques fragments de coke et de scories forment les deux tiers du gravier.

OBSERVATIONS. Vase sableuse brune recouverte de touffes serrées de *Cladophora*.

Station 38. — 11 mai 1909. A 1 1/4 milles au S.-W. de Mèze.

Lat. = 43° 24' 32" N.
Long. = 1° 15' 13" E.
P = 3.00 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	13.0	pour cent du fond.	
Sable 12.4 {	S. gros.....	2.1	Après acide..... »
	S. moyen.....	1.3	— »
	S. fin.....	2.2	— 0.2
	S. très fin.....	6.8	— 1.7
Vase 87.6 {	Fins-fins.....	29.3	— 15.0
	Arg. calc.....	58.3	— »
Argile.....	»		— 43.8
Calcaire.....	»		— 39.3
		100.0	100.0

Station 39. — 11 mai 1909. A 1 mille au N.-E. de Marseillan.

Lat. = 43° 21' 58" N.
Long. = 1° 12' 29" E.
P = 3.00 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier....	41.0	pour cent du fond.	
Sable 19.2 {	S. gros.....	7.6	Après acide..... »
	S. moyen.....	2.7	— »
	S. fin.....	4.4	— 0.1
	S. très fin.....	4.5	— 0.5
Vase 80.8 {	Fins-fins.....	4.8	— 1.0
	Arg. calc.....	76.0	— »
Argile.....	»		— 60.6
Calcaire.....	»		— 37.8
		100.0	100.0

OBSERVATIONS. Touffes de *Cladophora*.

Station 40. — 11 mai 1909. A 3/4 mille au N.-E. de Marseillan.

Lat. = 43° 21' 46" N.
 Long. = 1° 12' 20" E.
 P = 3.00 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec abondant gravier coquillier.

Gravier.....	56.0 pour cent du fond.		
Sable 37.1 {	S. gros.....	15.0	Après acide..... »
	S. moyen	4.3	— »
	S. fin	6.3	— »
	S. très fin	11.5	— 1.4
Vase 62.9 {	Fins-fins	13.0	— 9.8
	Arg. calc.	49.9	— »
Argile	»		— 39.5
Calcaire	»		— 49.3
		100.0	100.0

Station 41. — Janvier 1908. A 1/2 mille au N.-E. de Marseillan.

Lat. = 43° 21' 36" N.
 Long. = 1° 12' 18" E.
 P = 3.00 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	34.0 pour cent du fond.		
Sable 31.0 {	S. gros.....	18.5	Après acide..... 0.2
	S. moyen	6.0	— 0.6
	S. fin	3.5	— 0.3
	S. très fin	3.0	— 0.4
Vase 69.0 {	Fins-fins	4.0	— 0.5
	Arg. calc.	65.0	— »
Argile	»		— 51.0
Calcaire	»		— 47.0
		100.0	100.0

Très peu de lourds et très peu de légers attirés.

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières: *Lima inflata*, *Mytilus crispus* R, *M. cylindraceus* R, *Modiola adriatica*, *Modiolaria marmorata*, *Cardium exiguum*, *Loripes lacteus* A, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea* R, *Phasianella tenuis* A, *Trochus Adansonii*, *T. striatus*, *Rissoa oblonga* A, *Cerithium vulgatum* var. *hirta* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* A, *Nassa corniculum*. — Coquilles brisées. Débris d'oursins. — Fragments de coke.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières: *Loripes*, *Bulla*, *Retusee semisulcata*, *Phasianella*, *Rissoa*, *Trochus*, *Cerithium*, *Bittium*. — Coquilles moulues. Débris de Spirorbes. Débris d'oursins, Coke. Grains roulés de quartz et de basalte.

SABLE MOYEN et SABLE FIN. Grains de basalte, de tuf basaltique, de quartz cristallinique.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite RR, ilménite RR, spinelle et grenat, biotite A, muscovite A, hornblende verte, hornblende brune RR, augite A, diallage RR, tourmaline, épidote, zircon.

la. Magma basaltique AA, minéraux serpentinisés R, tuf basaltique A, quartz imprégné de limonite AA.

lna. Orthose, labrador A, quartz hyalin AA, quartz cristallinique AA.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Brun rougeâtre.

OBSERVATIONS. Touffes de *Cladophora*.

Station 42. — 11 septembre 1908. A 1 mille au N.-E. de Marseillan.

Lat. = 43° 21' 55" N.
Long. = 1° 12' 41" E.
P = 3.10 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	21.0	pour cent du fond.	
Sable 16.5 }	S. gros.....	8.8	Après acide..... »
	S. moyen	4.4	— »
	S. fin	1.9	— 0.2
	S. très fin	1.4	— 0.3
Vase 83.5 }	Fins-fins	18.0	— 11.5
	Arg. calc.	65.5	— »
Argile	»		— 48.0
Calcaire	»		— 40.0
		100.0	100.0

Acide phosphorique = 1.64 ‰ Ammoniaque totale = 2600 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières: *Cardium edule*, *C. exiguum*, *Tapes virgineus* R, *Loripes lacteus* A, *Phasianella tenuis* AA, *Trochus Adansonii* A, *T. striatus*, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*, *Nassa corniculum* A.

OBSERVATIONS. Vase sableuse brune dont la surface est recouverte de *Cladophora*.

Station 43. — 10 septembre 1908. A 100 mètres au N.-E. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 55" N.
 Long. = 1° 20' 11" E.
 P = 3.20 m.

Gravier coquillier avec vase très sableuse, très calcaire IV.

Gravier.....	130.0	pour cent du fond.		
Sable 52.5	{	S. gros..	26.5	Après acide..... »
		S. moyen	11.3	— 0.2
		S. fin	5.4	— 0.5
		S. très fin	9.3	— 1.9
Vase 47.5	{	Fins-fins	7.0	— 3.0
		Arg. calc.	40.5	— »
Argile.....			»	— 25.4
Calcaire.....			»	— 69.0
			100.0	100.0

GRAVIER. Coquilles entières : *Modiola adriatica* R, *Tapes virgineus* A, *Loripes lacteus* A, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea*, *Phasianella tenuis*, *Trochus striatus*, *Calyptraea chinensis* R, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA. — Coquilles brisées de mêmes espèces, de *Cardium edule* var. *siculum* recouvert de Serpuliens, de *Murex brandaris*. — Scories d'usines.

OBSERVATIONS. Quelques algues (*Ulva lactuca*, *Bangia atropurpurea*).

Station 44. — Janvier 1908. A 1 mille au N.-E. de Montpenède.

Lat. = 43° 23' 37" N.
 Long. = 1° 14' 09" E.
 P = 3.20 m.

Vase calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	13.0	pour cent du fond.		
Sable 2.0	{	S. gros.....	1.2	Après acide..... »
		S. moyen	0.4	— »
		S. fin	0.2	— traces
		S. très fin	0.2	— 0.1
Vase 98.0	{	Fins-fins	0.2	— 0.2
		Arg. calc.	97.8	— »
Argile.....			»	— 64.7
Calcaire.....			»	— 35.0
			100.0	100.0

Excessivement peu de lourds et très peu de légers attirés.

GRAVIER. Coquilles la plupart entières: *Cardium edule* R, *C. exiguum* R, *Tapes virgineus*, *Corbula gibba* A, *Loripes lacteus*, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis*, *Bulla cornea* R, *Trochus Adansoni* R, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*. — Coquilles brisées. Spirorbes. Débris d'oursins.

SABLE GROS et SABLE MOYEN. Quelques coquilles entières et coquilles moulues.

SABLE FIN. Grains de quartz, souvent imprégnés de limonite.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, biotite AA, muscovite AA, épidote A, zircon.

la. Magma basaltique A, quartz ferrugineux D.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Plastique. Couleur grise.

OBSERVATIONS. Couche superficielle rouge oxydée, épaisse de 12 mm, au-dessus d'une vase noire.

Station 45. — Janvier 1908. Près de la source de la Bise.

Lat. = 43° 26' 39" N.

Long. = 1° 20' 03" E.

P = 3.25 m.

Sable vaseux gros mélangé, extrêmement calcaire IV,
avec très abondant gravier coquillier.

Gravier.....	80.0	pour cent du fond.		
Sable 81.4 {	S. gros.....	63.5	Après acide.....	»
	S. moyen	13.0	—	0.3
	S. fin	3.4	—	0.9
	S. très fin	1.5	—	1.5
Vase 18.6 {	Fins-fins	1.6	—	2.3
	Arg. calc.	17.0	—	»
Argile.....	»		—	13.0
Calcaire	»		—	82.0
		100.0		100.0

GRAVIER. Quelques coquilles entières: *Mytilus galloprovincialis*, *Modiola adriatica* A, *Modiolaria marmorata*, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus* A, *Loripes lacteus*, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea*, *Phasianella tenuis* R, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*, *Nassa corniculum* R, *Clyconassa neritea* A. — Coquilles brisées très abondantes, souvent recouvertes de Serpuliens.

SABLE. Le sable a la même composition minéralogique que celui de la Station 17.

OBSERVATIONS. Le 10 septembre 1908, un échantillon très analogue a été recueilli entre la Bise et l'embarcadère de Balaruc à une profondeur de 2,80 m; il renfermait surtout de grosses coquilles *Modiola adriatica*, *Cardium edule* var. *siculum*, *Tapes virgineus*, ainsi qu'une jeune *Ostrea edulis*.

Station 46. — 12 septembre 1908. Près du canal des salines de Villeroi.

Lat. = 43° 24' 28" N.
 Long. = 1° 18' 43" E.
 P = 3.50 m.

Sable vaseux très fin mélangé, calcaire III,
 avec rare gravier coquillier.

Gravier.....	4.0 pour cent du fond.		
	S. gros.....	2.0	Après acide..... »
Sable 90.8 } S. moyen.....	1.8	—	0.2
S. fin.....	34.0	—	25.0
S. très fin.....	53.0	—	39.0
Vase 9.2 } Fins-fins.....	4.7	—	3.5
Arg. calc.....	4.5	—	»
Argile.....	»	—	3.3
Calcaire.....	»	—	29.0
	100.0		100.0

GRAVIER. Coquilles toutes entières de : *Tapes virgineus* A, *Loripes lacteus* A, *Tellina tenuis* R, *Phasianella tenuis* AA, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*.

SABLE GROS. Coquilles entières de *Phasianella*, *Rissoa*, *Bittium* et de *Peringia obeliscus*. — Coquilles moulues : espèces précédentes, *Mytilus*, *Modiolaria*.

Station 47. — 11 mai 1909. A 1 mille à l'E. de Marseillan.

Lat. = 43° 21' 24" N.
 Long. = 1° 12' 52" E.
 P = 3.50 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	18.0 pour cent du fond.		
	S. gros.....	9.6	Après acide..... »
Sable 28.0 } S. moyen.....	6.5	—	»
S. fin.....	5.6	—	0.2
S. très fin.....	6.3	—	0.3
Vase 72.0 } Fins-fins.....	8.0	—	1.5
Arg. calc.....	64.0	—	»
Argile.....	»	—	55.5
Calcaire.....	»	—	42.5
	100.0		100.0

Station 48. — 11 septembre 1908. A 1 mille de Bouzigues, vers Mèze.

Lat. = 43° 26' 33" N.
 Long = 1° 18' 03" E.
 P = 3.50 m.

Vase très sableuse, très calcaire IV, avec abondant gravier coquillier.

Gravier.....		80.0 pour cent du fond.		
Sable 62.4	}	S. gros.....	15.2	Après acide..... »
		S. moyen	12.8	— »
		S. fin	10.7	— 0.5
		S. très fin	23.7	— 15.9
Vase 37.6	{	Fins-fins	19.2	— 14.1
		Arg. calc.	18.4	— »
Argile.....		»		— 13.8
Calcaire.....		»		— 55.7
			100.0	100.0

Station 49. — 11 septembre 1908. Entre Bouzigues et Mèze.

Lat. = 43° 26' 10" N.
 Long. = 1° 17' 36" E.
 P = 3.50 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....		26.0 pour cent du fond.		
Sable 18.8	}	S. gros.....	4.0	Après acide..... »
		S. moyen	0.9	— »
		S. fin	0.5	— 0.2
		S. très fin	13.4	— 2.4
Vase 81.2	{	Fins-fins	22.3	— 5.4
		Arg. calc.	58.9	— »
Argile.....		»		— 48.0
Calcaire.....		»		— 44.0
			100.0	100.0

OBSERVATIONS. Vase grise. Mêmes coquilles qu'à la St. 13. Débris de Zostères.

Station 50. — 12 septembre 1908. Devant le port de Mèze.

Lat. = $43^{\circ} 25' 14''$ N.
 Long. = $1^{\circ} 16' 07''$ E.
 P = 3.50 m.

Zostères, pas d'échantillon.

Station 51. — Janvier 1908. En face de Montpenède.

Lat. = $43^{\circ} 22' 57''$ N.
 Long. = $1^{\circ} 13' 53''$ E.
 P = 3.50 m.

Vase très sableuse, très calcaire IV, avec gravier coquillier.

Gravier.....			30.0 pour cent du fond.		
Sable 51.0	{	S. gros.....	29.0	Après acide.....	0.8
		S. moyen .. .	9.0	— .. .	0.4
		S. fin	6.0	— .. .	0.4
		S. très fin	7.0	— .. .	0.4
Vase 49.0	{	Fins-fins	4.0	— .. .	0.3
		Arg. calc.	45.0	— .. .	»
Argile.....		»		— .. .	43.7
Calcaire		»		— .. .	54.0
			100.0		100.0

Ammoniaque totale = 1250 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles entières : *Modiola adriatica* AA, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus* R, *Loripes lacteus* R, *Capsa fragilis* A, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis* A, *Trochus Adansonii*, *Rissoa oblonga*, *Bittium* A, *Nassa corniculum*. — Spirorbes (*Spirorbis spirillum*); tubes calcaires de *Serpula crater* et *Hydroides pectinata*. — Coquilles brisées : espèces précédentes, *Cerithium vulgatum* var. *hirta* et *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*. Débris d'oursins.

Station 52. — Janvier 1908. En face du canal de la Bordigue.

Lat. = 43° 25' 12" N.
 Long. = 1° 20' 51" E.
 P = 3.60 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....		12.0	pour cent du fond.		
Sable 37.0	}	S. gros.....	5.0	Après acide.....	1.5
		S. moyen.....	10.0	—	1.0
		S. fin.....	7.0	—	1.5
		S. très fin.....	15.0	—	5.5
Vase 63.0	}	Fins-fins., ...	45.0	—	26.0
		Arg. calc.	18.0	—	»
Argile.....		»	—	24.0	
Calcaire.....		»	—	40.5	
		100.0			100.0

Traitement par l'alcool : Résidu vert-brun, très foncé, 0.30 %

— par l'éther : Résidu grassex brun trouble, 0.12 %

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Anomia ephippium* R, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus* AA, *Donacilla cornea* R, *Corbula gibba*, *Loripes lacteus*, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA. — Fragments de coke et de houille.

SABLE GROS. Coquilles entières de *Trochus* et de *Bittium*. Coquilles moulues. — Grains de coke et de houille ; escarbilles.

SABLE MOYEN. Escarbilles, houille, muscovite, quartz D.

SABLE FIN. Id. et biotite.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, grenat, biotite A, muscovite A, hornblende verte A, augite, tourmaline brune, tourmaline verte RR, zircon R, corindon RR, dolomie, grains opaques verts ou jaunes AA.

la. Magma basaltique D, quartz imprégné de limonite AA.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur grise. Spicules de spongiaires et débris de radiolaires et de diatomées.

Station 53. — 11 septembre 1908. A 1/2 mille à l'E. de Bouzigues.

Lat. = 43° 26' 43" N.
 Long. = 1° 18' 47" E.
 P = 3.70 m.

Sable vaseux gros mélangé, extrêmement calcaire IV,
 avec gravier coquillier.

Gravier.....		32.0	pour cent du fond.				
Sable 93.0	}	S. gros.....	48.6	Après acide.....	0.2		
		S. moyen.....	26.5	—.....	0.4		
		S. fin.....	11 4	—.....	1.0		
		S. très fin.....	6.5	—	$\left. \begin{array}{l} L = \text{traces} \\ la = 0.1 \\ lna = 2.9 \end{array} \right\}$	3.0	
Vase 7.0	}	Fins-fins.....	3.0	—.....			2.8
		Arg. calc. . . .	4.0	—.....			»
Argile.....		»		—.....	3.1		
Calcaire.....		»		—.....	89.5		
			100.0		100.0		

$\frac{L}{I} = 0.007$ et $\frac{la}{lna} = 0.020$

$$\frac{L}{I} = 0.007 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.020$$

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières : *Mytilus galloprovincialis*, *Modiola adriatica* AA, *Cardium edule* AA, *Tapes virgineus* AA, *Capsa fragilis*. Quelques coquilles sont recouvertes d'algues ou de tubes calcaires de Serpuliens.

SABLE GROS. Rares coquilles entières entières de *Phasianella tenuis*, *Peringia obeliscus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*. — Coquilles moulues. — Escarbilles, houille, brique, grains roulés de quartz cristallinique.

SABLE MOYEN et SABLE FIN. Mêmes grains minéraux, mica RR et quartz hyalin.

SABLE TRÈS FIN. L. Hématite RR, limonite AA, grenat, biotite verte A, muscovite, hornblende verte, tourmaline brune, tourmaline violacée R, staurotide, zircon, corindon RR.

la. Serpentine RR, chlorite RR, grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur grise.

Station 54. — 3 septembre 1908. Canal des Etangs.

Lat. = 43° 25' 27" N.
 Long. = 1° 21' 51" E.
 P = 3.80 m.

Zostères, pas d'échantillon.

Station 55. — 14 septembre 1908. Plan de l'Air.

Lat. = 43° 21' 51" N.
 Long. = 1° 14' 31" E.
 P = 3.90 m.

Gravier quartzeux et coquillier avec *sable vaseux*, très calcaire IV.

Gravier.....	104.0	pour cent du fond.	
Sable 78.3	S. gros.....	34.0	Après acide..... 0.2
	S. moyen.....	17.5	— 0.3
	S. fin.....	14.5	— 3.0
	S. très fin.....	12.3	— $\left. \begin{array}{l} L = 0.6 \\ la = 0.6 \\ lna = 1.8 \end{array} \right\} 3.0$
Vase 21.7	Fins-fins.....	9.2	— 2.0
	Arg. calc.	12.5	— »
Argile.....	»		— 17.5
Calcaire.....	»		— 74.0
		100.0	100.0

$$\frac{L}{l} = 0.24 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.31$$

Ammoniaque totale = 745 mmg par kilog.

GRAVIER. Quelques coquilles entières : *Mytilus cylindraceus* R, *Modiola adriatica* AA, *Cardium exiguum* A, *Tapes virgineus*, *Phasianella tenuis* AA, *Trochus Adansonii* R, *T. striatus*, *Scalaria communis* R, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* R. — Coquilles brisées très abondantes : espèces précédentes et *Nassa corniculum*, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*, *Cyclonassa neritea*. — *Echinus microtuberculatus* entier et débris d'oursins.

Quelques grains arrondis de quartz cristallinique blanc.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de *Phasianella* et de *Rissoa*. Coquilles moulues. Escarbilles, grains roulés de quartz cristallinique blanc.

SABLE MOYEN et SABLE FIN. Grains roulés de basalte et de quartz cristallinique blanc, grains de forme irrégulière de tuf basaltique rouge.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, ilménite RR, limonite R, spinelle, grenat, biotite R, muscovite R, glaucophane R, hornblende verte A, hornblende brune RR, augite, tourmaline verte RR, épidote, sphène RR, staurotide R, zircon R, dolomie A, basalte très chargé de magnétite, roches vertes R, débris de tuf basaltique. Les grains sont arrondis à l'exception de quelques cristaux de tourmaline et de zircon.

la. Obsidienne RR, serpentine RR, chlorite RR, magma basaltique D, quartz et feldspaths imprégnés de limonite AA.

lna. Orthose, labrador, oligoclase, albite, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur brune.

OBSERVATIONS. Quelques algues à la surface du sédiment.

Station 56. — 14 septembre 1908. Plan de l'Air.

Lat. = 43° 21' 52" N.
 Long. — 1° 13' 54" E.
 P = 3.90 m.

Vase très sableuse, très calcaire IV, avec abondant gravier coquillier.

Gravier.....	63.0	pour cent du fond.		
Sable 63.0	S. gros.....	35.6	Après acide.....	0.7
	S. moyen.....	13.9	—	0.7
	S. fin.....	6.6	—	0.8
	S. très fin.....	6.9	— L = 0.2	1.0
Vase 37.0	Fins-fins.....	8.7	— la = 0.2	
	Arg. calc.....	28.3	— lna = 0.6	
Argile.....	»	»	—	1.3
Calcaire.....	»	»	—	»
		100.0		27.5
				68.0
				100.0

$$\frac{L}{I} = 0.16 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.28$$

Ammoniaque totale = 560 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles entières : *Modiola adriatica* AA, *Loripes lacteus* R, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis* AA, *Trochus Adansonii* R, *T. striatus* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA, *Nassa corniculum* R. — Coquilles brisées abondantes.

Grains arrondis de quartz cristallinque blanc.

SABLE. Le sable très fin a été seul analysé.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, ilménite RR, limonite R, spinelle, grenat, biotite R, actinote RR, glaucophane R, hornblende verte, hornblende brune RR, augite, tourmaline brune R, tourmaline verte RR, épidote R, staurotide R, zircon R, grains opaques rouges ou verdâtres A.

la. Serpentine RR, magma basaltique D, grains opaques rouges, jaunes ou verts AA.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinque D.

OBSERVATIONS. Fond très dur (vase sur roche?). Quelques algues.

Station 57. — Novembre 1907. Devant le canal des Etangs.

Lat. = 43° 25' 28" N.
 Long. = 1° 21' 41" E.
 P = 4.00 m.

Vase très sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	19.0	pour cent du fond.	
Sable 67.0 {	S. gros.....	15.2	Après acide..... »
	S. moyen	7.8	— 0.5
	S. fin	15.5	— 4.0
	S. très fin	28.5	— 10.5
Vase 33.0 {	Fins-fins	32.5	— 31.0
	Arg. calc.	0.5	— »
Argile.....	»		— 6.0
Calcaire	»		— 48.0
		100.0	100.0

Très peu de lourds et très peu de légers attirés.

Traitement par l'alcool : Résidu vert, 0.33 %.

— par l'éther : Résidu jaune, huileux, 0.10 %.

GRAVIER. Coquilles entières : *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus* A, *Loripes lacteus*, *Capsa fragilis* R, *Syndesmya ovata*, *Trochus striatus* A, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA. — Quelques coquilles brisées de Serpuliens. — Fragment de coke.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de *Rissoa* et *Bittium*. Coquilles moulues. Débris de Serpuliens et débris d'oursins. Restes de végétaux terrestres.

SABLE MOYEN. Escarbilles, coke, brique, basalte.

SABLE FIN. Magnétite RR, hornblende verte RR, magma basaltique A, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite R, limonite A, grenat, biotite, muscovite, actinote RR, glaucophane R, hornblende verte A, pyroxènes R, péridot en fragments anguleux R, tourmaline brune, tourmaline verte RR, épidote R, zircon R, dolomie A, magma basaltique chargé de magnétite et grains cristalliniques opaques jaunes ou verts A.

la. Magma basaltique plus ou moins altéré D, roches jaunes ou vertes A.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur jaune-brun.

Station 58. — 3 septembre 1908. Partie N. des Eaux-Blanches.

Lat. = 43° 26' 02" N.
 Long. = 1° 20' 47" E.
 P = 4.00 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....		16.0	pour cent du fond.		
Sable 14.7	S. gros.....	7.4	Après acide.....	0.1	
		S. moyen.....	3.0	—.....	0.1
		S. fin.....	2.7	—.....	0.2
		S. très fin.....	1.6	—.....	0.6
Vase 85.3	Fins-fins.....	3.3	—.....	1.9	
		Arg. calc.....	82.0	—.....	»
Argile.....		»	—.....	59.0	
Calcaire.....		»	—.....	38.1	
		100.0		100.0	

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières : *Cardium edule* var. *siculum* A, *C. exiguum* A, *Tapes virgineus*, *Macta subtruncata* R, *Loripes lacteus* R, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea*, *Retusee semisulcata* R, *Phasianella tenuis*, *Trochus striatus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA, *Nassa corniculum*. Quelques coquilles sont recouvertes de Serpuliens. — Rares coquilles brisées.

OBSERVATIONS. Fond entouré par une prairie de Zostères et d'Ulves.

Station 59. — Novembre 1907. Partie N. des Eaux-Blanches.

Lat. = 43° 26' 14" N.
 Long. = 1° 21' 00" E.
 P = 4.00 m.

Gravier coquillier avec vase très sableuse, très calcaire IV.

Gravier.....			350.0 pour cent du fond.		
Sable 63.0	{	S. gros.....	33.0	Après acide.....	»
		S. moyen	8.0	—	0.3
		S. fin	10.0	—	1.5
		S. très fin	12.0	—	2.7
Vase 37.0	{	Fins-fins	15.0	—	9.5
		Arg. calc.	22.0	—	»
Argile		»		—	21.0
Calcaire		»		—	65.0
			100.0		100.0

Excessivement peu de lourds et très peu de légers attirés.

Acide phosphorique = 4.10 ‰. Ammoniaque totale = 1420 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles la plupart usées, corrodées, couvertes d'algues microscopiques ou de tubes de Serpuliens. On trouve entières : *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus* AA, *Phasianella tenuis*, *Trochus Adansonii*, *T. striatus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA, *Nassa corniculum*. Débris de *Mytilus*, *Modiola*, *Cerithium*, *Murex*.

SABLE GROS. Coquilles moulues.

SABLE MOYEN et SABLE FIN. Escarbilles, houille, muscovite RR, basalte R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

SABLE TRÈS FIN. L. Limonite R, biotite verte, muscovite R, amphibole verte A, tourmaline brune, tourmaline violacée R, épidote, zircon, corindon RR, dolomie, grains opaques cristalliniques jaunes ou verts AA, basalte riche en magnétite.

la. Magma basaltique AA, quartz et feldspaths imprégnés de limonite AA, grains opaques jaunes ou verts A.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur jaune brun.

Station. 60. — 11 mai 1909. A 1 mille au N.-E. de Montpenèdre.

Lat. = 43° 23' 23" N.
Long. = 1° 14' 18" E.
P = 4.00 m.

Vase sableuse, très calcaire IV, avec gravier coquillier.

Gravier.....	30.0 pour cent du fond.		
Sable 30.0 {	S. gros... ..	16.4	Après acide..... »
	S. moyen	4.5	— »
	S. fin	4.0	— 0.2
	S. très fin	5.1	— 1.2
Vase 70.0 {	Fins-fins	6.7	— 2.3
	Arg. calc.	63.3	— »
Argile	»		— 43.0
Calcaire	»		— 53.3
		100.0	100.0

Station 61. — 14 septembre 1908. Entre Marseillan et le Plan de l'Air.

Lat. = $43^{\circ} 21' 41''$ N.
 Long. = $1^{\circ} 13' 13''$ E.
 P = 4.00 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	26.0 pour cent du fond.		
Sable 40.0 {	S. gros.....	15.0	Après acide..... »
	S. moyen	8.8	— »
	S. fin	8.7	— 0.1
	S. très fin	7.5	— 0.2
Vase 60.0 {	Fins-fins	7.5	— 0.5
	Arg. calc.	52.5	— »
Argile.....	»	—	54.2
Calcaire.....	»	—	45.0
		100.0	100.0

Acide phosphorique = 2.05 ‰. Ammoniaque totale = 1040 mmg par kilog.

OBSERVATIONS. Touffes de *Cladophora*.

Station 62. — 3 septembre 1908. Partie N. des Eaux-Blanches.

Lat. = $43^{\circ} 26' 08''$ N.
 Long. = $1^{\circ} 21' 28''$ E.
 P = 4.30 m.

Vase sableuse, très calcaire IV, avec très abondant gravier coquillier.

Gravier.....	79.0 pour cent du fond.		
Sable 46.4 {	S. gros.....	33.2	Après acide..... »
	S. moyen	5.9	— 0.2
	S. fin	4.9	— 0.7
	S. très fin	2.4	— 0.9
Vase 53.6 {	Fins-fins	12.5	— 5.0
	Arg. calc.	41.1	— »
Argile.....	»	—	41.9
Calcaire.....	»	—	51.3
		100.0	100.0

$$\frac{L}{l} = 0.02 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.05$$

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières : *Cardium exiguum* A, *C. edule* R, *Tapes virgineus* R, *Loripes lacteus*, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea* R, *Phasianella tenuis*, *Trochus Adansoni* A, *T. striatus*, *Rissoa oblonga* A, *Cerithium vulgatum* var. *hirta*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA, *Trophon muricatus* RR, *Nassa corniculum*, *Cyclonassa neritea*. Coquilles brisées.

SABLE GROS. Beaucoup de coquilles entières de jeunes *Cardium exiguum*, *Bulla*, *Phasianella*, *Peringia obeliscus*, *Rissoa* et surtout *Bittium*. Coquilles moulues.

Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, limonite A, grenat, biotite verte A, muscovite, glaucophane R, hornblende verte A, augite, périclase en fragments anguleux R, tourmaline R, épidote, staurotite R, zircon R, dolomie, basalte, roches vertes et schistes gris ou rougeâtres.

la. Magma basaltique D, grains imprégnés de limonite AA.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallin D.

Station 63. — 3 septembre 1908. A 1/2 mille au N.-E. de la Pointe de la Bordigue.

Lat. = 43° 25' 15" N.
Long = 1° 21' 13" E.
P = 4.40 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier..... 30.0 pour cent du fond.

Sable 17.7	}	S. gros.....	8.7	Après acide.....	0.5
		S. moyen.....	2.1	—.....	0.2
		S. fin.....	2.2	—.....	0.8
		S. très fin.....	1.7	—.....	1.7
Vase 82.3	{	Fins-fins.....	52.9	—.....	37.3
		Arg. calc.....	29.4	—.....	»
Argile.....		»		—.....	19.8
Calcaire.....		»		—.....	39.7
			100.0	100.0	

Acide phosphorique = 2.10 ‰: Ammoniaque totale = 1012 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles la plupart entières : *Cardium edule* var. *siculum* R, *C. exiguum* AA, *Tapes virgineus* A, *Donacilla cornea* R, *Corbula gibba* R, *Syndesmya ovata* R, *Bulla cornea*, *Trochus striatus*, *T. Adansoni* RR, *Rissoa oblonga* AA, *Bittium* AA, *Nassa corniculum*. — Coquilles brisées : mêmes espèces et *Modiolaria marmorata*, *Loripes lacteus*.

OBSERVATIONS. Ulves. Débris de Zostères.

Station 64. — 3 septembre 1908. Partie N. des Eaux-Blanches.

Lat. = 43° 26' 05" N.
 Long. = 1° 21' 18" E.
 P = 4.50 m.

Zostères, sur vase sableuse.

Station 65. — Janvier 1908. A 1/4 mille au N.-W. de la Pointe de Balaruc.

Lat. = 43° 26' 18" N.
 Long. = 1° 19' 58" E.
 P = 4.50 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	25.0	pour cent du fond.	
Sable 14.5 }	S. gros.....	2.0	Après acide..... »
	S. moyen.....	1.5	— »
	S. fin.....	1.5	— 0.1
	S. très fin.....	9.5	— 3.5
Vase 85.5 }	Fins-fins.....	20.5	— 8.4
	Arg. calc.....	65.0	— »
Argile.....	»		— 55.0
Calcaire.....	»		— 33.0
	100.0		100.0

GRAVIER. Coquilles la plupart entières : *Cardium edule* var. *siculum* AA, *C. exiguum*, *Tapes virgineus* A, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Trochus Adansonii*, *T. striatus*, *Rissoa oblonga* A, *Bittium* A, *Nassa reticulata* R, *N. corniculum*. — Coquilles brisées : mêmes espèces et *Modiola adriatica*, *Modiolaria marmorata*, *Corbula gibba*. Débris de Serpuliens. Débris d'oursins.

Station 66. — Janvier 1908. Devant le port de Bouzigues.

Lat. = 43° 26' 33" N.
 Long. = 1° 19' 25" E.
 P = 4.50 m.

Vase très sableuse, très calcaire IV, avec abondant gravier coquillier.

Gravier.....			56.0	pour cent du fond.	
Sable 68.0	{	S. gros.....	47.0	Après acide.....	»
		S. moyen	10.5	—	0.1
		S. fin	5.5	—	0.3
		S. très fin	5.0	—	0.6
Vase 32.0	{	Fins-fins	4.0	—	0.7
		Arg. calc.	28.0	—	»
Argile.....		»		—	25.3
Calcaire.....		»		—	73.0
			100.0		100.0

Ammoniaque totale = 760 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles usées, corrodées, recouvertes de Serpuliens : *Anomia ephippium* RR, *Pecten varius* RR, *Modiola adriatica* A, *Cardium exiguum* A, *Tapes virgineus* A, *Loripes lacteus*, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis* A, *Trochus Adansonii* R, *Calyptræa chinensis*, *Rissoa oblonga* AA, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* A, *Nassa reticulata* R, *Cyclonassa neritea*. — Coquilles brisées abondantes. Débris d'oursins.

Station 67. — 12 septembre 1908. Cadoule, entre Mèze et le château de Villeroi.

Lat. = 43° 24' 13" N.
 Long. = 1° 17' 19" E.
 P = 4.50 m.

Gravier de Serpuliens avec *vase calcaire III*.

Gravier....		350.0	pour cent du fond.		
Sable 8.5	{	S. gros.....	3.0	Après acide.....	»
		S. moyen	2.2	—	»
		S. fin	1.9	—	0.1
		S. très fin	1.4	—	0.1
Vase 91.5	{	Fins-fins	0.8	—	0.1
		Arg. calc.	90.7	—	»
Argile.....		»		—	60.0
Calcaire.....		»		—	39.7
		100.0			100.0

GRAVIER. Les trois quarts du gravier sont formés par un amas de tubes calcaires de *Serpula crater* et *Hydroides pectinata*, parfois recouverts d'algues microscopiques. — Coquilles entières de *Pecten varius* AA, *Anomia ephippium*, *Modiola adriatica*, *Modiolaria marmorata* R, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus*, *Corbula gibba* A, *Syndesmya ovata*, *Fissurella græca*, *Trochus striatus*, *Rissoa oblonga*, *Ocenebra Edwardsi*, *Nassa reticulata* A, *N. corniculum*. — Coquilles brisées des mêmes d'*Ostrea edulis* et de *Modiolaria marmorata*.

Station 68. — 14 septembre 1908. A 1 mille au S. de Montpenèdre.

Lat. = 43° 22' 01" N.
Long. = 1° 13' 25" E.
P = 4.50 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	38.0	pour cent du fond.	
Sable 17.9	S. gros..... 10.5 S. moyen..... 3.4 S. fin..... 1.8 S. très fin..... 2.2	Après acide.....	»
		—.....	0.1
		—.....	0.7
		—.....	1.4
Vase 82.1	Fins-fins..... 4.4 Arg. calc..... 77.7	—.....	2.1
		—.....	»
Argile.....	»	—.....	58.7
Calcaire.....	»	—.....	37.0
	100.0		100.0

Très peu de lourds et peu de légers attirés.

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières de *Cardium edule* var. *siculum*, *Loripes lacteus*, *Capsa fragilis*, *Phasianella tenuis* A, *Trochus Adansonii*, *T. striatus* A, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*. — Coquilles brisées : espèces précédentes et *Modiolaria marmorata*, *Tapes virgineus*, *Cerithium vulgatum* var. *hirta*.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, limonite A, spinelle, grenat, biotite verte, muscovite A, hornblende verte A, augite, péridot R, tourmaline RR, épidote, zircon, dolomie R, magma basaltique riche en magnétite.

la. Magma basaltique D.

lna. Orthose, plagioclases A, quartz hyalin AA, quartz cristallinique AA, silex R.

OBSERVATIONS. Touffes de *Cladophora* et de débris de Zostères.

Station 69. — 3 septembre 1908. A 3/4 mille à l'E. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 55" N.
 Long. = 1° 20' 56" E.
 P = 4.70 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec abondant gravier coquillier.

Gravier.....	69.0	pour cent du fond.	
Sable 12.3	} S. gros..... 7.8 S. moyen..... 1.8 S. fin..... 1.7 S. très fin..... 1.0	Après acide.....	» traces
		—	0 1
		—	0.2
Vase 87.7		—	2.2
	{ Fins-fins..... 8.5 Arg. calc. 79.2	—	»
Argile.....		—	56.5
Calcaire.....	»	—	41.0
	100.0		100.0

GRAVIER. Coquilles la plupart entières : *Cardium edule* var. *siculum*, *C. exiguum* A, *Dona-cilla cornea* R, *Tellina tenuis* RR, *Syndesmya ovata*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* D, *Nassa reticulata* AA. — Quelques coquilles brisées : espèces précédentes et *Modiola*, *Tapes*, *Trochus*.

SABLE GROS. Rares coquilles entières de *Phasianella tenuis* et *Rissoa oblonga*. Coquilles moulues.

SABLE MOYEN et SABLE FIN. Escarbilles, houille.

SABLE TRÈS FIN. Magnétite RR, muscovite R, magma basaltique, orthose R, plagiocla-ses R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux, grenat, hornblende verte et zircon.

ARGILE. Couleur grise.

OBSERVATIONS. Echantillon recueilli dans un espace vide au milieu d'une prairie de Zostères. A quelques mètres de distance la sonde ne rapporte plus que des feuilles sur lesquelles sont fixés de nombreux Bryozoaires (*Lepralia Pallasiana*, etc.) et des Tuniciers (*Botrylloides rubrum*, *B. pros-tratum*, *Ascidiella aspersa*).

Station 70. — Novembre 1907. A 1/2 mille à l'E. de la Pointe du Barrou.

Lat. = 43° 25' 23" N.
 Long. = 1° 20' 48" E.
 P = 4.75 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec rare gravier coquillier.

Gravier.....	5.0 pour cent du fond.		
Sable 11.3 }	S. gros.....	3.2	Après acide..... »
	S. moyen	2.3	— 0.1
	S. fin	2.2	— 0.4
	S. très fin	3.6	— 1.1
Vase 88.7 }	Fins-fins	4.2	— 4.1
	Arg. calc.	84.5	— »
Argile.....	»		— 54.3
Calcaire	»		— 40.0
		100.0	100.0

Extrêmement peu de lourds et très peu de légers attirés.

Traitement par l'alcool : Résidu vert-brun.

— par l'éther : Résidu huileux, jaune-brun.

GRAVIER. Coquilles la plupart entières de *Trochus striatus* A, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* D, *Nassa reticulata* A, *N. corniculum* A. — Coquilles brisées de *Tapes virgineus*, *Cyclonassa neritea*.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières. Coquilles moulues. Débris d'oursins.

SABLE MOYEN et SABLE FIN. Houille, muscovite, basalte, quartz cristallinique blanc.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, limonite, grenat, biotite verte A, biotite noire R, muscovite, hornblende verte AA, augite, péridot en fragments auguleux R, tourmaline brune, tourmaline verte R, sphène RR, zircon R, dolomie.

la. Magma basaltique AA, grains cristalliniques jaunes ou verts A, feldspaths imprégnés de limonite AA.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur grise.

Station 71. — 10 septembre 1908. A 1/4 mille à l'E. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 52" N.
 Long. = 1° 20' 22" E.
 P = 4.80 m.

Gravier coquillier avec *sable moyen-gros, extrêmement calcaire V.*

Gravier.....			102.0 pour cent du fond.		
Sable 97.6	{	S. gros.....	38.2	Après acide.....	0.2
		S. moyen.....	41.5	—.....	0.5
		S. fin.....	12.2	—.....	2.5
		S. très fin.....	5.7	—.....	2.7
Vase 2.4	{	Fins-fins.....	1.0	—.....	0.9
		Arg. calc.....	1.4	—.....	»
Argile.....		»		—.....	1.2
Calcaire.....		»		—.....	92.0
			100.0		100.0

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières : *Ostrea edulis* R, *Mytilus galloprovincialis*, *Modiola adriatica*, *Cardium exiguum* A, *Tapes virgineus* D, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*, *O. Edwardsi*. Beaucoup de coquilles sont revêtues d'algues vertes microscopiques ou de tubes calcaires de Serpuliens.

OBSERVATIONS. Algues vertes (*Enteromorpha compressa*, débris d'*Ulva Lactuca*, etc.).

Station 72. — 10 septembre 1908. A 1/3 mille à l'E. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 53" N.
 Long. = 1° 20' 33" E.
 P = 4.80 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....			42.0 pour cent du fond.		
Sable 24.4	{	S. gros.....	13.4	Après acide.....	»
		S. moyen.....	4.3	—.....	0.4
		S. fin.....	2.8	—.....	0.8
		S. très fin.....	3.9	—.....	0.8
Vase 75.6	{	Fins-fins.....	5.2	—.....	1.2
		Arg. calc.	70.4	—.....	»
Argile.....		»		—.....	50.0
Calcaire.....		»		—.....	46.8
			100.0		100.0

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières : *Modiola adriatica* AA, *Cardium edule* var. *siculum*, *C. exiguum* A, *Tapes virgineus*, *Corbula gibba* AA, *Loripes lacteus*, *Trochus Adansonii*, *T. striatus*, *Calyptraea chinensis* R, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA, *Cyclonassa neritea*. — Rares coquilles brisées des mêmes et de *Capsa fragilis*. Débris d'oursins.

Station 73. — 11 mai 1909. A 1/2 mille au S.-W. de Bouzigues.

Lat. = 43° 26' 38" N.
Long. = 1° 18' 56" E.
P = 4.90 m.

Sable vaseux, extrêmement calcaire V, avec très abondant gravier coquillier.

Gravier.....			89.0 pour cent du fond.		
Sable 91.6	{	S. gros.....	62.3	Après acide.....	»
		S. moyen.....	17.3	—	»
		S. fin.....	6.2	—	0.1
		S. très fin.....	5.8	—	0.4
Vase 8.4	{	Fins-fins.....	2.3	—	2.0
		Arg. calc.....	6.1	—	»
Argile.....		»		—	4.5
Calcaire.....		»		—	93.0
			100.0		100.0

Station 74. — 11 mai 1909. Milieu des Eaux-Blanches.

Lat. = 43° 25' 50" N.
Long. = 1° 21' 13" E.
P = 5.00 m.

Vase, calcaire III.

Gravier.....			traces.		
Sable 6.6	{	S. gros.....	3.9	Après acide.....	»
		S. moyen.....	0.8	—	»
		S. fin.....	0.6	—	0.1
		S. très fin.....	1.3	—	0.3
Vase 93.4	{	Fins-fins.....	1.5	—	0.8
		Arg. calc.....	91.9	—	»
Argile.....		»		—	55.8
Calcaire.....		»		—	43.0
			100.0		100.0

Station 75. — 11 septembre 1908. Milieu des Eaux-Blanches.

Lat. = 43° 25' 40" N.
 Long. = 1° 21' 12" E.
 P = 5.00 m.

Zostères, pas d'échantillon.

Station 76. — 12 septembre 1908. A 100 mètres au S. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 43" N.
 Long. = 1° 20' 10" E.
 P = 5.00 m.

Sabie vaseux gros mélangé, extrêmement calcaire V,
 avec abondant gravier coquillier.

Gravier.....	70.0	pour cent du fond.	
Sable 90.7 }	S. gros.....	53.4	Après acide..... »
	S. moyen.....	21.3	— 0.1
	S. fin.....	10.2	— 0.7
	S. très fin.....	5.8	— 1.7
Vase 9.3 }	Fins-fins.....	3.9	— 2.0
	Arg. calc.	5.4	— »
Argile.....	»		— 5.5
Calcaire.....	»		— 90.0
		100.0	100.0

Excessivement peu de lourds et très peu de légers attirés.

GRAVIER. Coquilles, un petit nombre entières : *Anomia ephippium* R, *Mytilus galloprovincialis* R, *Modiola adriatica* A, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus*, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis*, *Trochus Adansonii*, *T. striatus*, *Calyptraea chinensis*, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA, *Nassa reticulata*, *Cyclonassa neritea*. — Coquilles brisées ou moulues, souvent verdies par des algues microscopiques ou incrustées de tubes calcaires de Serpuliens.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, ilménite A, biotite verte, muscovite A, glaucophane R, hornblende verte AA, augite, épidote A, zircon, dolomie A.

la. Magma basaltique, feldspaths et quartz imprégné de limonite AA.

lua. Orthose R, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D, silex R.

Station 77. — 12 septembre 1908. Cadoule à 3/4 mille au S.-W. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 29" N.
Long. = 1° 19' 14" E.
P = 5.00 m.

Gravier coquillier avec *sable vaseux gros, extrêmement calcaire V.*

Gravier.....			145.0 pour cent du fond.		
Sable 93.3	{	S. gros.. ..	82.0	Après acide.....	traces
		S. moyen	7.4	—	traces
		S. fin	2.4	—	0.2
		S. très fin	1.5	—	0.2
Vase 6.7	{	Fins-fins	0.5	—	0.2
		Arg. calc.	6.2	—	»
Argile.....		»	—		4.4
Calcaire		»	—		95.0
			100.0		100.0

Extrêmement peu de lourds et très peu de légers attirés.

GRAVIER. Quelques coquilles entières : *Ostrea edulis*, *Anomia ephippium*, *Modiola adriatica*, *Cardium edule* R, *C. exiguum* A, *Tapes virgineus* AA, *Corbula gibba* R, *Loripes lacteus* R, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis*, *Trochus striatus*, *Calyptræa chinensis* R, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*, *Nassa reticulata* A, *N. corniculum*, *Cyclonassa neritea* A. — Coquilles brisées et coquilles moulues très abondantes. Tubes calcaires de *Serpula crater* et *Hydroides pectinata*.

SABLE GROS. Rares coquilles de jeunes *Phasianella*, *Rissoa*, *Bittium*. Coquilles moulues. — Escarbilles.

SABLE MOYEN. Escarbilles, houille, charbon, brique.

SABLE FIN. Id. et grains de quartz cristallinique.

SABLE TRÈS FIN. L. Limonite, grenat A, biotite verte A, muscovite, actinote RR, hornblende verte AA, augite, tourmaline brune, zircon, saphir RR, dolomie A.

la. Magma basaltique AA, grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D, silex R.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur grise.

Station 78. — 12 septembre 1908. Cadoule à 1 mille à l'E. de la sortie du canal de Villeroi.

Lat. = 43° 24' 24" N.
Long. = 1° 17' 30" E.
P = 5.00 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	44.0 pour cent du fond.				
Sable 27.5	{	S. gros.....	10.6	Après acide.....	»
		S. moyen.....	6.3	—	0.2
		S. fin.....	5.8	—	2.4
		S. très fin.....	4.8	—	2.0
Vase 72.5	{	Fins-fins.....	7.3	—	4.0
		Arg. calc.....	65.2	—	»
Argile.....		»		—	56.4
Calcaire.....		»		—	35.0
			100.0	100.0	

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Ostrea edulis*, *Anomia ephippium*, *Cardium edule* var. *siculum* A, *C. exiguum* A, *Tapes virgineus* R, *Corbula gibba*, *Loripes lacteus* R, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea*, *Retusa semisulcata* R, *Phasianella tenuis*, *Trochus Adansoni* R, *T. striatus*, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* A, *Nassa reticulata*, *N. corniculum*. — Coquilles brisées. Tubes de Serpuliens.

OBSERVATIONS. Même composition minéralogique qu'à la St. 77.

Station 79. — 11 septembre 1908. A 3/4 mille au S.-W. de Bouzigues.

Lat. = 43° 26' 37" N.
Long. = 1° 18' 24" E.
P = 5.00 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	50.0 pour cent du fond.				
Sable 14.3	{	S. gros.....	2.3	Après acide.....	»
		S. moyen.....	3.6	—	»
		S. fin.....	4.8	—	»
		S. très fin.....	3.6	—	»
Vase 85.7	{	Fins-fins.....	18.7	—	14.0
		Arg. calc.....	67.0	—	»
Argile.....		»	—		50.0
Calcaire.....		»	—		36.0
			<u>100.0</u>		<u>100.0</u>

Acide phosphorique = 1.80 ‰. Ammoniaque totale = 805 mmg par kilog.

OBSERVATIONS. Coquilles la plupart brisées : mêmes espèces qu'à la St. 13 et *Bulla cornea*.

Station 80. — 14 septembre 1908. A 1 mille vers le S.-E. de Montpenède.

Lat. = 43° 22' 42" N.
Long. = 1° 14' 36" E.
P = 5.10 m.

Vase sableuse, très calcaire IV, avec gravier coquillier.

Gravier.....	25.0	pour cent du fond.	
Sable 19.9	S. gros.....	8.7	Après acide..... »
	S. moyen.....	4.0	— 0.1
	S. fin.....	3.9	— 0.2
	S. très fin.....	3.3	— 0.2
Vase 80.1	Fins-fins.....	3.1	— 0.2
	Arg. calc.....	77.0	— »
Argile.....	»		— 46.3
Calcaire.....	»		— 53.0
		100.0	100.0

$$\frac{L}{I} = 0.008 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.049$$

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Modiolaria marmorata* R, *Cardium exiguum* R, *Tapes virgineus*, *Loripes lacteus*, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis*, *Trochus Adansoni*, *T. striatus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium* AA, *Ocenebra erinaceus* var. *siculum* R, *Cerithium vulgatum* var. *hirta*. Débris d'Oursins et de Serpuliens.

SABLE GROS. Rares coquilles entières de *Phasianella tenuis*, *Peringia obeliscus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium*. Coquilles moulues. Spirorbes. Débris d'Oursins.

Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, spinelle, grenat, biotite verte, muscovite, hornblende verte A, hornblende brune RR, augite A, hypersthène RR, péridot RR, tourmaline brune R, épidote, rutil RR, zircon, dolomie RR.

la. Magma basaltique D, grains imprégnés de limonite AA.

lna. Orthose, plagioclases A, quartz hyalin AA, quartz cristallinique AA.

OBSERVATIONS. Le transport des *Peringia obeliscus*, qui vivent sur les bords de l'étang dans une eau saumâtre, est à comparer à celui des Planorbes, espèce d'eau douce, constaté à la St. 37.

Station 81. — 3 septembre 1908. A 3/4 mille au N. de la sortie du canal des Étangs.

Lat. = 43° 26' 00" N.
Long. = 1° 21' 37" E.
P = 5.20 m.

Débris de Zostères et vase sableuse, noire et fétide.

Station 82. — 3 septembre 1908. Milieu des Eaux-Blanches.

Lat. = 43° 25' 40" N.
Long. = 1° 20' 53" E.
P = 5.20 m.

Vase, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....			12.0	pour cent du fond.	
Sable 8.4	{	S. gros.....	3.5	Après acide.....	0.8
		S. moyen	1.1	—	0.3
		S. fin	1.1	—	0.3
		S. très fin	2.7	—	2.3
Vase 91.6	{	Fins-fins	15.8	—	13.2
		Arg. calc.	75.8	—	»
Argile		»		—	50.6
Calcaire		»		—	32.5
			100.0		100.0

Très peu de lourds et très peu de légers attirés.

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Modiola adriatica*, *Modiolaria marmorata*, *Cardium exiguum* AA, *Corbula gibba*, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea* A, *Trochus Adansonii*, *T. striatus* A, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* A, *Nassa corniculum* A. — Coquilles brisées des mêmes et de *Loripes lacteus*. — Fragments de coke.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de jeunes *Rissoa* et *Bittium*. Coquilles moulues. — Coke, houille, charbon.

SABLE MOYEN et SABLE FIN. Coke, houille, charbon, brique, rares grains de quartz cristallin.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite R, limonite A, biotite verte A, muscovite AA, hornblende verte A.

la. Chlorite RR, magma basaltique AA, grains imprégnés de limonite AA, grains opaques jaunes ou verts AA.

lna. Feldspaths A, quartz hyalin AA, quartz cristallin D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Débris de Diatomées. Argile amorphe gris-noir.

OBSERVATIONS. Quelques filaments d'Algues vertes ; prairie d'Ulves à peu de distance.

GRAVIER. Quelques coquilles entières : *Cardium exiguum* A, *Loripes lacteus*, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis* A, *Rissoa oblonga* AA, *Bittium* A, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*. — Coquilles brisées abondantes : mêmes espèces et *Mytilus*, *Cerithium*, *Cyclonassa*. Rares débris de tubes de Serpuliens.

Station 85. — Novembre 1907. A 1/4 mille au N. de la Pointe du Barrou.

Lat. = 43° 25' 38" N.
Long. = 1° 20' 13" E.
P = 5.50 m.

Vase, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	6.0	pour cent du fond.	
Sable 8.5 {	S. gros.....	2.5	Après acide..... »
	S. moyen.....	1.1	— 0.4
	S. fin.....	1.9	— 0.5
	S. très fin.....	3.0	— 1.9
Vase 91.5 {	Fins-fins.....	4.5	— 3.7
	Arg. calc.....	87.0	— »
Argile.....	»		— 53.5
Calcaire.....	»		— 40.0
		100.0	100.0

Excessivement peu de lourds et très peu de légers attirés.

Traitement par l'alcool : Résidu vert brunâtre très foncé, 0.9 %.

— par l'éther : Résidu grassex, brun sale, 0.3 %.

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Cardium exiguum* A, *Tapes virgineus* A, *Corbula gibba* AA, *Trochus striatus*, *Rissoa oblonga* A, *Bittium* A. — Coquilles brisées.

SABLE GROS. Coquilles entières rares. Coquilles moulues.

SABLE MOYEN. Escarbilles, houille, charbon.

SABLE FIN. Grenat RR, muscovite RR, dolomie R, feldspaths, quartz le plus souvent cristallinique D.

SABLE TRÈS FIN. L. Limonite, spinelle R, grenat A, biotite verte A, muscovite A, glaucophane R, hornblende verte AA, augite R, tourmaline brune R, zircon RR, dolomie.

la. Magma basaltique AA, grains imprégnés de limonite AA, grains verts ou jaunes A.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D, silic.

FINS-FINS. Mêmes minéraux et épidote.

ARGILE. Couleur noire.

OBSERVATIONS. Débris d'Algues, de Zostères, de végétaux terrestres.

Station 86. — 1^{er} septembre 1908.

Lat. = 43° 25' 30" N.
 Long. = 1° 17' 24" E.
 P = 5.60 m.

Vase noire calcaire (26.0 % de CO³ Ca) analogue à celle de la St. 99.

Station 87. — 11 mai 1909. A 1/2 mille au S. de Bouzigues.

Lat. = 43° 26' 33" N.
 Long. = 1° 19' 06" E.
 P = 6.00 m.

Vase sableuse, très calcaire IV, et gravier coquillier.

Gravier.....	100.0	pour cent du fond.	
Sable 44.6 {	S. gros.....	26.7	Après acide..... »
	S. moyen.....	5.2	— »
	S. fin.....	3.4	— 0.4
	S. très fin.....	9.3	— 0.8
Vase 55.4 {	Fins-fins.....	2.5	— 1.2
	Arg. calc.....	52.9	— »
Argile.....	»		— 29.6
Calcaire.....	»		— 68.0
		100.0	100.0

Station 88. — Janvier 1908. A 3/4 mille en face de Mèze.

Lat. = 43° 25' 03" N.
 Long. = 1° 16' 50" E.
 P = 6.00 m.

Vase, calcaire III.

Sable 4.5 {	S. gros.....	3.4	Après acide..... »
	S. moyen.....	0.7	— »
	S. fin.....	0.2	— traces
	S. très fin.....	0.2	— 0.1
Vase 95.5 {	Fins-fins.....	0.3	— 0.1
	Arg. calc.....	95.2	— »
Argile.....	»		— 74.8
Calcaire.....	»		— 25.0
		100.0	100.0

OBSERVATIONS. Couche superficielle gris-brun épaisse de 8 mm; au-dessous, la vase est d'un noir très foncé. Beaucoup d'Algues vertes filamenteuses et quelques débris de Zostères. Rares coquilles de *Modiolaria marmorata* qui se brisent pendant la manipulation de l'échantillon.

Station 89. — 11 mai 1909. A 1 3/4 mille à l'E. de Montpenède.

Lat. = 43° 23' 23" N.
Long. = 1° 15' 33" E.
P = 6.50 m.

Vase noire calcaire (25.0 % de CO³ Ca) sans gravier, tout à fait analogue à celle de la St. 91.

Station 90. — 14 septembre 1908. A 1 mille au S.-E. de Mèze.

Lat. = 43° 23' 43" N.
Long. = 1° 16' 57" E.
P = 6.70 m.

Vase noire médiocrement calcaire (24.8 % de CO³ Ca) avec rare gravier coquillier.

Station 91. — 14 septembre 1908. A 1 3/4 mille à l'E. de la pointe de Montpenède.

Lat. = 43° 23' 22" N.
Long. = 1° 15' 29" E.
P = 6.70 m.

Vase, calcaire III, avec rare gravier coquillier.

Gravier.....		1.0 pour cent du fond.	
Sable 3.0	S. gros.....	0.9	Après acide..... »
	S. moyen	0.7	— »
	S. fin	0.7	— »
	S. très fin	0.7	— »
Vase 97.0	Fins-fins	0.8	— 0.1
	Arg. calc.	96.2	— »
Argile	»	»	— 74.9
Calcaire.....	»	»	— 25.1
		100.0	100.0

OBSERVATIONS. Échantillon difficile à recueillir, la surface du fond étant recouverte de *Cladophora* et de débris de Zostères. — Quelques coquilles de *Modiolaria marmorata*.

Station 92. — 12 septembre 1908. A 1/4 mille à l'W. de la sortie du canal de Villeroi.

Lat. = 43° 24' 28" N.

Long. = 1° 18' 33" E.

P = 6.90 m.

Vase sableuse, très calcaire IV, avec gravier coquillier.

Gravier.....	49.0	pour cent du fond.		
Sable 35.0	S. gros.....	20.0	Après acide.....	»
	S. moyen.....	3.0	—	0.1
	S. fin.....	5.0	—	2.5
	S. très fin.....	7.0	— L = 0.1 } la = 0.5 } lna = 5.0 }	5.6
Vase 65.0	Fins-fins.....	9.0	—	7.5
	Arg. calc.....	56.0	—	»
Argile.....	»		—	31.3
Calcaire.....	»		—	53.0
		100.0	100.0	

$$\frac{L}{I} = 0.02 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.11$$

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Modiola adriatica* A, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus* A, *Corbula gibba*, *Loripes lacteus* R, *Syndesmya ovata*, *Bulla cornea*, *Trochus Adansonii*, *T. striatus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*, *Cerithium vulgatum* var. *hirta*, *Nassa reticulata* AA. — Coquilles brisées : mêmes espèces et *Anomia ephippium*, *Modiolaria marmorata*. Débris d'Oursins.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de *Phasianella tenuis* et de *Rissoa oblonga*. Coquilles moulues.

Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, limonite, spinelle R, grenat, biotite verte A, muscovite A, hornblende verte A, zircon R, dolomie A.

la. Chlorite RR, serpentine RR, magma basaltique D, grains opaques jaunes ou verts AA, grains imprégnés de limonite A.

lna. Orthose R, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallin D.

Station 93. — 12 septembre 1908. A 1 1/2 mille au S.-W. de la sortie du canal de Villeroi.

Lat. = $43^{\circ} 23' 44''$ N.
Long. = $1^{\circ} 17' 20''$ E.
P = 7.00 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....		6.0	pour cent du fond.	
Sable 10.4	{	S. gros.....	4.4	Après acide..... »
		S. moyen.....	3.0	— »
		S. fin.....	1.5	— 1.0
		S. très fin.....	1.5	— 1.4
Vase 89.6	{	Fins-fins.....	3.1	— 2.4
		Arg. calc.....	86.5	— »
Argile.....			»	— 57.2
Calcaire.....			»	— 38.0
			100.0	100.0

Acide phosphorique = 2.30 ‰. Ammoniaque totale = 1875 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Cardium exiguum* A, *Corbula gibba* A, *Rissoa oblonga* AA, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*. — Coquilles brisées.

OBSERVATIONS. Tubes inhabités de *Phoronis Sabatieri*.

Station 94. — 14 septembre 1908. En face du château de Villeroi.

Lat. = $43^{\circ} 23' 33''$ N.
Long. = $1^{\circ} 16' 42''$ E.
P = 7.00 m.

Vase, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....		16.0 pour cent du fond.	
Sable 6.7	{	S. gros.....	2.8
		S. moyen.....	1.7
		S. fin.....	1.1
		S. très fin.....	1.1
Vase 93.3	{	Fins-fins.....	1.1
		Arg. calc.....	92.2
Argile.....		»	
Calcaire.....		»	
		100.0	100.0

$$\frac{L}{l} = 0.10 \text{ et } \frac{la}{lga} = 0.21$$

GRAVIER. Coquilles, la plupart entières : *Tapes virgineus* A, *Corbula gibba* AA, *Phasianella tenuis* A, *Rissoa oblonga* A, *Bittium* A. — Coquilles brisées : mêmes espèces et *Mytilus*, *Modiolaria*, *Cardium*.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de *Phasianella* et de *Rissoa*. Coquilles moulues.

SABLE MOYEN. Coquilles moulues.

SABLE FIN. Magma basaltique R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite R, ilménite RR, limonite, spinelle, grenat parfois en dodécaèdres rhomboidaux A, biotite verte A, muscovite, glaucophane R, hornblende verte A, augite, tourmaline brune le plus souvent en cristaux, épidote A, sphène R, staurotide, zircon, dolomie A.

la. Magma basaltique D, roches vertes R, grains opaques jaunes ou verts AA, quartz avec chlorite R, grains imprégnés de limonite.

lna. Orthose R, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur grise.

Station 95. — 12 septembre 1908. Cadoule à 3/4 mille au N.-E. de la sortie du canal de Villeroi.

Lat. = 43° 25' 06" N.

Long. = 1° 19' 23" E.

P = 7.30 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec abondant gravier de coquilles et de Serpules.

Gravier.....	60.0	pour cent du fond.	
Sable 38.2	S. gros.....	19.3	Après acide..... 0.4
	S. moyen	7.4	— 0.3
	S. fin 6.3		— 2.5
	S. très fin	5.2	— 5.9
Vase 61.8	Fins-fins	3.1	— 6.0
	Arg. calc.	58.7	— »
Argile.....	»		— 35.0
Calcaire.....	»		— 49.9
		100.0	100.0

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières : *Anomia ephippium* R, *Pecten varius* A, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus*, *Loripes lacteus* R, *Capsa fragilis* R, *Syndesmya ovata* A, *Bulla cornea*, *Phasianella tenuis* R, *Trochus Adansonii* A, *T. striatus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA, *Nassa corniculum*. — Coquilles brisées des mêmes, de *Mytilus* et de *Modiolaria*. Amas de Serpuliens. Tubes membraneux d'autres Annélides. Débris d'*Echinus microtuberculatus*.

Station 96. — 1^{er} septembre 1908. A 3/4 mille en face de la sortie du canal de Villeroi.

Lat. = 43° 25' 16" N.
 Long. = 1° 18' 06" E.
 P = 7.30 m.

Vase médiocrement calcaire (24.6 % de CO³ Ca) sans gravier.

Station 97. — 1^{er} septembre 1908. A 1 mille à l'E. de Mèze.

Lat. = 43° 25' 21" N.
 Long. = 1° 17' 27" E.
 P = 7.50 m.

Vase, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....			29.0	pour cent du fond.	
Sable 6.6	}	S. gros.....	4.1	Après acide.....	»
		S. moyen.....	1.2	—	»
		S. fin.....	0.8	—	0.1
		S. très fin.....	0.5	—	0.3
Vase 93.4	}	Fins-fins.....	0.7	—	0.5
		Arg. calc.	92.5	—	»
Argile.....		»	—		73.3
Calcaire.....		»	—		25.8
			100.0		100.0

Ammoniaque totale = 2750 mmg par kilog.

Station 98. — 14 septembre 1908. Cadoule à 1 1/4 mille au S. de Mèze.

Lat. = 43° 24' 18" N.
 Long. = 1° 16' 30" E.
 P = 7.70 m.

Gravier coquillier avec vase sableuse, très calcaire IV.

Gravier.....			359.0 pour cent du fond.		
Sable 30.5	{	S. gros.....	6.7	Après acide.....	»
		S. moyen.....	8.1	—	0.1
		S. fin.....	12.5	—	0.3
		S. très fin.....	3.2	—	0.3
Vase 69.5	{	Fins-fins.....	0.5	—	0.3
		Arg. calc.	69.0	—	»
Argile.....		»	—	43.5	
Calcaire.....		»	—	55.5	
			100.0		100.0

Station 100. — 12 septembre 1908. A 250 mètres au S.-W. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 42" N.
 Long. = 1° 20' 02" E.
 P = 8.50 m.

Vase, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	10.0	pour cent du fond.	
Sable 2.7	S. gros.....	1.0	Après acide..... »
	S. moyen	0.7	— »
	S. fin	0.5	— 0.1
	S. très fin	0.5	— 0.4
Vase 97.3	Fins-fins	2.0	— 1.7
	Arg. calc.	95.3	— »
Argile	»		— 62.3
Calcaire	»		— 35.5
	100.0		100.0

GRAVIER. Coquilles presque toutes entières. Mêmes espèces qu'à la Station 99 et quelques *Loripes lacteus* entiers et *Anomia ehippium* brisés.

OBSERVATIONS. Des bulles de gaz s'échappent au moment où le sondeur pénètre dans la vase.

Station 101. — 12 septembre 1908. Cadoule à 3/4 mille au S.-W. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 29" N.
 Long. = 1° 19' 15" E.
 P = 8.50 m.

Vase, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	26.0	pour cent du fond.	
Sable 3.0	S. gros.....	0.2	Après acide..... »
	S. moyen	1.2	— »
	S. fin	1.3	— 0.1
	S. très fin	0.3	— 0.2
Vase 97.0	Fins-fins	0.2	— 0.3
	Arg. calc.	96.8	— »
Argile	»		— 58.9
Calcaire	»		— 40.5
	100.0		100.0

$\frac{L}{I} = 0.008$ et $\frac{la}{lna} = 0.020$ Ammoniaque totale = 2750 mmg par kilog.

Soufre = 0.40 %.

GRAVIER. Coquilles, presque toutes entières : *Anomia ephippium* AA, *Pecten varius*, *Modiolaria marmorata* A, *Cardium edule* var. *siculum*, *C. exiguum*, *Tapes virgineus* A, *Corbula gibba* A, *Loripes lacteus* R, *Syndesmya ovata*, *Rissoa oblonga* R, *Bittium* R, *Nassa reticulata*. — Rares coquilles brisées : espèces précédentes et *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*. Débris de Serpuliens.

SABLE GROS et SABLE MOYEN. Quelques coquilles entières. Coquilles moulues.

SABLE FIN. Escarbilles, charbon, brique, quartz cristallinique.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite R, limonite, spinelle R, grenat, biotite verte, muscovite, actinote RR, hornblende verte A, augite, tourmaline brune toujours en cristaux allongés, épidote R, dolomie.

la. Magma basaltique A, grains opaques rouges, jaunes ou verts AA, grains imprégnés de limonite AA.

lna. Charbon R, chlorite RR, orthose R, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux et zircon RR.

ARGILE. Couleur noire.

OBSERVATIONS. Le sommet de la cadoule est analysé Station 77.

Station 102. — 1^{er} septembre 1908. A 3/4 mille à l'W. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 40" N.
Long. = 1° 19' 02" E.
P = 8.50 m.

Vase noire, médiocrement calcaire (24.7.°/o de CO³ Ca).

Station 103. — Janvier 1908. A 1 mille vers le S. de Mèze.

Lat. = 43° 24' 26" N.
Long. = 1° 16' 40" E.
P = 8.50 m.

Vase, médiocrement calcaire II, avec gravier coquillier.

Gravier.....	28.0	pour cent du fond.	
Sable 3.4 {	S. gros.....	1.9	Après acide..... »
	S. moyen	0.6	— »
	S. fin	0.4	— 0.1
	S. très fin	0.5	— 0.1
Vase 96.6 {	Fins-fins	0.6	— 0.4
	Arg. calc.	96.0	— »
Argile.....	»		— 74.5
Calcaire.....	»		— 24.9
		100.0	100.0

Très peu de lourds et très peu de légers attirés.

GRAVIER. Coquilles, toutes entières : *Modiolaria marmorata* D, *Cardium exiguum* R, *Tapes virgineus*, *Syndesmya ovata*, *Rissoa oblonga*, *Bittium*, *Nassa reticulata*.

SABLE GROS et SABLE MOYEN. Quelques coquilles entières. Coquilles moulues. Débris de Serpuliens. Débris d'Oursins.

SABLE FIN. Escarbilles, charbon, dolomie RR, quartz cristallinique D.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite RR, spinelle R, grenat, biotite verte A, muscovite, glaucophane R, hornblende verte A, augite, tourmaline brune R, épidote, zircon R, dolomie.

la. Magma basaltique RR, grains opaques jaunes ou verts AA, grains imprégnés de limonite AA.

lna. Orthose R, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur noire.

OBSERVATIONS. Nombreux filaments d'Algues vertes à la surface de la vase.

Station 104. — 14 septembre 1908. A 3/4 mille en face de la sortie du canal de Villeroi.

Lat. = 43° 25' 00" N.

Long. = 1° 18' 07" E.

P = 8.50 m.

Vase, médiocrement calcaire II.

Gravier.....	38.0	pour cent du fond.	
Sable 1.5	{	S. gros.....	»
		S. moyen.....	0.4
		S. fin.....	0.6
		S. très fin.....	0.5
Vase 98.5	{	Fins-fins.....	0.5
		Arg. calc.....	98.0
Argile.....		»	
Calcaire.....		»	
			Après acide.....
			»
			»
			»
			0.2
			0.3
			»
			74.8
			24.7
		100.0	100.0

Acide phosphorique = 1.93 ‰. Ammoniaque totale = 2550 mmg par kilog.

Soufre = 0.35 ‰.

Station 105. — 14 septembre 1908. A 3/4 mille vers l'W. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 59" N.
 Long. = 1° 19' 03" E.
 P = 8.90 m.

Vase noire, médiocrement calcaire, semblable à celle des Stations 103 et 104.

Station 106. — Janvier 1908. A 3/4 mille au S.-W. de Bouzigues.

Lat. = 43° 26' 23" N.
 Long. = 1° 18' 38" E.
 P = 9.00 m.

Vase, médiocrement calcaire II, avec gravier coquillier.

Gravier.....			36.0 pour cent du fond.		
Sable 3.7	{	S. gros.....	2.5	Après acide.....	»
		S. moyen	0.5	—	»
		S. fin	0.4	—	»
		S. très fin	0.3	—	»
Vase 96.3	{	Fins-fins	1.3	—	0.2
		Arg. calc.	95.0	—	»
Argile		»		—	75.8
Calcaire		»		—	24.0
			<u>100.0</u>		<u>100.0</u>

GRAVIER. Coquilles, presque toutes entières : *Modiola adriatica* A, *Modiolaria marmorata* A, *Cardium edule*, *C. edule* var. *siculum* AA, *Syndesmya ovata* A, *Trochus striatus*, *Rissoa oblonga*, *Nassa corniculum*.

Station 107. — 1^{er} septembre 1908. A 3/4 mille vers le S.-W. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 37" N.
 Long. = 1° 19' 08" E.
 P = 9.20 m.

Vase noire, médiocrement calcaire (24.8 % de CO³ Ca), avec rare gravier constitué par des coquilles et par des tubes brisés de Serpuliens.

Station 108. — Janvier 1908. A 1 1/4 mille au S.-E. de Mèze.

Lat. = 43° 24' 50" N.
 Long. = 1° 17' 40" E.
 P = 9.40 m.

Vase, calcaire III, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....			10.0	pour cent du fond.	
Sable 5.9	{	S. gros.....	3.0	Après acide.....	»
		S. moyen	1.3	—	»
		S. fin	0.9	—	0.3
		S. très fin	0.7	—	0.4
Vase 94.1	{	Fins-fins	0.6	—	0.5
		Arg. calc.	93.5	—	»
Argile.....		»		—	73.3
Calcaire.....		»		—	25.5
			<u>100.0</u>		<u>100.0</u>

Excessivement peu de lourds et très peu de légers attirés.

GRAVIER. Coquilles entières de *Modiolaria marmorata* AA, *Cardium exiguum*, *Corbula gibba* AA, *Syndesmya ovata* A, *Bittium* A, *Cyclonassa neritea*. — Coquilles brisées : mêmes espèces, *Pecten varius* et *Capsa fragilis*. Amas de tubes de Serpuliens.

SABLE GROS et SABLE MOYEN. Coquilles moulues.

SABLE FIN. Escarbilles, charbon, mica RR.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Spinnelle R, grenat, biotite verte A, muscovite, hornblende verte A, augite, tourmaline brune, axinite RR, épidote, zircon R, dolomie R, fluorine RR.

la. Magma basaltique AA, grains opaques jaunes ou verts AA, grains imprégnés de limonite AA.

lna. Orthose R, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallin D, silex R.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur noire.

OBSERVATIONS. Fond ayant tous les caractères de ceux situés au pied d'une cadoule.

Station 109. — 12 septembre 1908. A 1/2 mille au S.-W. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 36" N.
 Long. = 1° 19' 22" E.
 P = 9.50 m.

Vase, médiocrement calcaire II, avec assez rare gravier coquillier.

Gravier.....	8.0	pour cent du fond.	
	S. gros... ..	2.0	Après acide..... »
Sable 4.5 }	S. moyen	1.0	— »
	S. fin	0.5	— 0.1
	S. très fin	1.0	— 0.3
Vase 95.5 }	Fins-fins	1.0	— 0.5
	Arg. calc.	94.5	— »
Argile	»		— 74.4
Calcaire	»		— 24.7
	100.0		100.0

Acide phosphorique = 2.44 ‰. Ammoniaque totale = 2040 mmg par kilog.

Station 110. — 1^{er} septembre 1908. A 1 mille vers l'W. de Roquerols.

Lat. = 43° 25' 33" N.
 Long. = 1° 18' 52" E.
 P = 9.50 m.

Vase noire.

Station 111. — 12 septembre 1908. A 1 1/2 mille au S.-E. de Mèze.

Lat. = 43° 24' 42" N.
 Long. = 1° 17' 45" E.
 P = 9.50 m.

Vase noire.

Station 112. — 12 septembre 1908. A 1 1/4 mille à l'W. de la sortie du canal de Villeroi.

Lat. = 43° 24' 13" N.
 Long. = 1° 17' 22" E.
 P = 9.50 m.

Vase noire.

Station 113. — 12 septembre 1908. A 1 mille au S.-E. de Mèze.

Lat. = 43° 24' 58" N.
 Long. = 1° 17' 17" E.
 P = 10.00 m.

Vase, médiocrement calcaire II, avec rare gravier de Serpuliens et de coquilles.

Gravier.....	4.0	pour cent du fond.	
Sable 1.8	S. gros.....	0.8	Après acide..... »
	S. moyen.....	0.4	—..... »
	S. fin.....	0.3	—..... »
	S. très fin.....	0.3	—..... 0.1
Vase 98.2	Fins-fins.....	0.4	—..... 0.3
	Arg. calc.	97.8	—..... »
Argile.....	»		—..... 76.0
Calcaire.....	»		—..... 23.6
		100.0	100.0

Acide phosphorique = 3.56 ‰. Ammoniaque totale = 2740 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles, toutes entières, de *Modiolaria marmorata* D, *Corbula gibba* A, *Loripes lacteus*, *Syndesmya ovata* AA. — Débris de Serpuliens.

Station 114. — 10 septembre 1908. Source de la Bise.

Lat. = 43° 26' 38" N.
 Long. = 1° 20' 05" E.
 P = 14.50 m.

Vase sableuse, calcaire III, avec gravier coquillier.

Gravier.....	30.0	pour cent du fond.	
Sable 23.0	S. gros.....	2.0	Après acide..... »
	S. moyen.....	4.0	—..... 0.1
	S. fin.....	7.0	—..... 0.4
	S. très fin.....	10.0	—..... 1.0
Vase 77.0	Fins-fins.....	14.0	—..... 7.0
	Arg. calc.	63.0	—..... »
Argile.....	»		—..... 58.0
Calcaire.....	»		—..... 33.5
		100.0	100.0

Excessivement peu de lourds et de légers attirés.

Acide phosphorique = 2.89 ‰. Ammoniaque totale = 930 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles, toutes entières, de *Modiola adriatica* D, *Cardium edule*, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* AA, *Nassa reticulata* AA.

SABLE GROS. Quelques coquilles entières de *Phasianella tenuis*. Coquilles moulues.

SABLE MOYEN. Quartz cristallinique.

SABLE FIN. Quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

SABLE TRÈS FIN. L. Magnétite R, grenat A, biotite R, muscovite AA, hornblende verte AA, épidote, staurotide R, zircon.

la. Chlorite R, grains imprégnés de limonite.

lna. Orthose R, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

FINS-FINS. Mêmes minéraux.

ARGILE. Couleur grise.

Station 115. — 10 septembre 1908. Source de la Bise.

Lat. = 43° 26' 38" N.

Long. = 1° 20' 05" E.

P = 28.00 m.

Roche.

Le sondeur ramène quelques coquilles : *Modiola adriatica* AA, *Cardium edule*, *C. edule* var. *siculum* A, *Tapes virgineus* R, *Rissoa oblonga* A, *Bittium reticulatum* var. *paludosa*, *Nassa reticulata*.

Station 116. — Embouchure du ruisseau Moïe au S. de Marseillan.

Sable moyen-gros, calcaire III, avec assez rare gravier de coquilles brisées et de cailloux roulés.

Gravier..... 8.0 pour cent du fond.

Sable 99.9	{	S. gros.....	23.0	Après acide.....	5.0
		S. moyen.....	60.0	—	37.5
		S. fin.....	16 7	—	12.2
		S. très fin.....	0.2	—	0.7
Vase 0.1	{	Fins-fins.....	0.1	—	0.3
		Arg. calc.....	0.0	—	»
Argile.....		»	»	—	1.5
Calcaire.....		»	»	—	42.8
			100.0	100.0	

$$\frac{L}{I} = 0.015 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.028$$

GRAVIER. Coquilles brisées.

Le quart du gravier est formé de grains roulés de basalte et de quartz cristallinique blanc.

SABLE. Le sable très fin a été seul analysé.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite R, ilménite RR, limonite A, biotite verte R, biotite noire, muscovite, hornblende verte R, augite A, péridot R, tourmaline brune en grains arrondis, disthène RR, staurotide R, zircon en cristaux tantôt allongés, tantôt raccourcis et à angles émoussés.

la. Chlorite RR, magma basaltique A, grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose A, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique AA.

Station 117. — Plage entre le ruisseau Moïe et Marseillan.

Sable moyen-gros, calcaire III, avec assez rare gravier de cailloux roulés et de coquilles.

Gravier.....	11.0	pour cent du fond.		
Sable 99.8)	S. gros.....	20.0	Après acide.....	5.4
	S. moyen	61.3	—	32.6
	S. fin	18.0	—	13.2
	S. très fin	0.5	—	1.1
Vase 0.2 {	Fins-fins	0.2	—	1.0
	Arg. calc.	0.0	—	»
Argile	»		—	1.6
Calcaire	»		—	45.1
		100.0		100.0

$$\frac{L}{I} = 0.008 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.039$$

GRAVIER. Rares coquilles entières et coquilles brisées.

Plus de la moitié du gravier est constituée par des grains roulés de basalte et de quartz cristallinique blanc, gris ou jaunâtre.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite R, ilménite RR, hématite RR, limonite, grenat en dodécaèdres rhomboïdaux, biotite R, hornblende verte R, hornblende brune R, augite, péridot R, tourmaline brune en grains arrondis ou en cristaux allongés, disthène RR, épidote RR, staurotide, rutile RR, zircon A, dolomie R, masse amorphe verte résultant de la décomposition de l'augite.

la. Magma basaltique AA, grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose A, plagioclases, quartz hyalin D, quartz cristallinique AA.

Station 118. — Plage devant la Pointe de Montpenède.

Sable moyen, médiocrement calcaire II.

Sable 99.9	{	S. gros.....	2.9	Après acide.....	2.4
		S. moyen	81.7	—	74.8
		S. fin	14.0	—	13.4
		S. très fin	1.3	— L = traces } la = 0.1 } lna = 1.3 }	1.4
Vase 0.1	{	Fins-fins	0.1	—	0.6
		Arg. calc.	»	—	»
Argile		»		—	0.5
Calcaire		»		—	6.9
			100.0		
					100.0

$$\frac{L}{I} = 0.015 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.089$$

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite RR, limonite AA, grenat, biotite, hornblende verte R, tourmaline brune en grains arrondis A, rutile R, zircon A, corindon en grains à cassures vives, grains opaques rouges ou gris A.

la. Grains amorphes verts A, grains imprégnés de limonite D, magma basaltique R.

lna. Orthose R, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

Station 119. — Embouchure du ruisseau Pallas à l'E. de Mèze.

Sable moyen mélangé, extrêmement calcaire V.

Sable 100.0	{	S. gros.....	11.5	Après acide.....	»
		S. moyen	73.5	—	9.5
		S. fin	13.0	—	3.5
		S. très fin	2.0	—	1.8
Vase 0.0	{	Fins-fins	»	—	0.4
		Arg. calc.	»	—	»
Argile		»		—	1.8
Calcaire		»		—	83.0
			100.0		
					100.0

Peu de lourds et très peu de légers attirés.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Hématite R, limonite AA, grenat A, biotite, muscovite A, hornblende verte A, pyroxènes R, andalousite R, disthène RR, épidote A, rutile R, zircon, corindon RR.

la. Serpentine R, magma basaltique R, grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose R, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

Station 120. — Plage à l'W. de Bouzigues.

Sable, très calcaire IV, avec rare gravier coquillier.

Gravier.....			4.0	pour cent du fond.	
Sable 99.0	{	S. gros.....	21.0	Après acide.....	0.5
		S. moyen.....	29.0	—.....	2.0
		S. fin.....	29.0	—.....	14.7
		S. très fin.....	20.0	—.....	17.0
Vase 1.0	{	Fins-fins.....	0.7	—.....	0.8
		Arg. calc.....	0.3	—.....	»
Argile.....		»		—.....	2.0
Calcaire.....		»		—.....	63.0
			100.0		100.0

Très peu de lourds et très peu de légers attirés.

Ammoniaque totale = 72 mmg par kilog.

GRAVIER. Coquilles entières de *Cardium* var. *siculum*, *C. exiguum*, *Tapes virgineus* A, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*, *Nassa reticulata* A, *N. corniculum* AA, *Cyclonassa neritea* A. Coquilles brisées.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite RR, hématite R, limonite A, grenat, biotite, muscovite A, hornblende verte, tourmaline brune, tourmaline verte, tourmaline violacée, topaze RR, andalousite R, disthène RR, épidote A, sphène RR, rutile R, zircon.

la. Serpentine RR, grains imprégnés de limonite D, quartz et chlorite ou quartz et glaucophane RR.

lna. Orthose R, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

Station 121. — Bras occidental du ruisseau d'Issanka.

Sable vaseux gros mélangé, très calcaire IV, avec très abondant petit et moyen gravier de cailloux roulés, en majeure partie calcaires.

Gravier.....			80.0	pour cent du fond.	
Sable 87.0	{	S. gros.....	51.0	Après acide.....	2.1
		S. moyen.....	10.4	—.....	2.6
		S. fin.....	9.8	—.....	4.4
		S. très fin.....	15.8	—.....	11.6
Vase 13.0	{	Fins-fins.....	9.0	—.....	3.8
		Arg. calc.....	4.0	—.....	»
Argile.....		»		—.....	2.5
Calcaire.....		»		—.....	73.0
			100.0		100.0

Très peu de lourds et de légers attirés.

GRAVIER. Grains très arrondis de petit et de moyen gravier : calcaire, calcaire dolomitique, quartz beaucoup plus rare.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Limonite D, grenat, biotite A, muscovite A, hornblende verte A, tourmaline R, épidote, zircon, dolomie R.

la. Grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallin D.

Station 122. — A 20 mètres à l'E. du bras occidental du ruisseau d'Issanka.

Vase très sableuse, calcaire III, avec assez rare petit gravier de grains calcaires et de coquilles.

Gravier.....			10.0	pour cent du fond.	
Sable 68.0 {	S. gros....	17.0		Après acide.....	0.8
	S. moyen	6.5	—		2.2
	S. fin	13.5	—		5.1
	S. très fin	31.0	—		24.9
Vase 32.0 {	Fins-fins	21.0	—		17.0
	Arg. calc.	11.0	—		»
Argile		»	—		9.0
Calcaire		»	—		41.0
		100.0			100.0

Très peu de lourds et de légers attirés.

GRAVIER. Rares *Cardium edule*. Grains très arrondis de calcaire et de calcaire dolomitique.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite RR, limonite AA, grenat, biotite A, muscovite A, hornblende verte, tourmaline brune ou verte souvent en cristaux, andalousite RR, épidote, staurotide, zircon, dolomie.

la. Chlorite RR, grains imprégnés de limonite D, cordierite RR.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallin D.

Station 123. — A 150 mètres au S.-E. de l'embouchure du ruisseau d'Issanka.

Vase très sableuse, calcaire III.

Sable 54.2 {	S. gros.....	0.5	Après acide.....	»
	S. moyen.....	1.6	—	0.5
	S. fin.....	11.0	—	3.3
	S. très fin.....	41.1	—	38.3
Vase 45.8 {	Fins-fins.....	29.2	—	19.3
	Arg. calc.....	16.6	—	»
Argile.....	»		—	11.1
Calcaire.....	»		—	27.5
		100.0		100.0

Ammoniaque totale = 460 mmg par kilog.

GALETS. Basalte très roulé, corrodé. Plaquette feuilletée de grès de formation récente.

GRAVIER. Basalte, quartz, et débris de coquilles marines.

SABLE GROS et SABLE MOYEN. Coquilles marines moulues.

SABLE FIN. Grains très arrondis de basalte A et de quartz D.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite R, ilménite RR, limonite AA, spinelle, grenat, biotite A, muscovite, hornblende verte, hornblende brune R, augite AA, tourmaline R, épidote R, staurotide RR, zircon R, dolomie R, apatite RR.

la. Minéraux serpentinisés R, magma basaltique D, grains imprégnés de limonite AA.

lna. Orthose, plagioclases A, quartz hyalin D, quartz cristallinique AA.

FINS-FINS. Mêmes minéraux et rutilé RR.

ARGILE. Couleur brune.

Station 127. — Grau de Pisos-Samo près du chemin des Onglous.

Sable fin mélangé, calcaire III.

Sable 97.5	{	S. gros.....	0.7	Après acide.....	»
		S. moyen	10.0	—	3.0
		S. fin	71.3	—	54.5
		S. très fin	15.5	—	13.5
Vase 2.5	{	Fins-fins	2.0	—	1.6
		Arg. calc.	0.5	—	»
Argile.....		»		—	2.3
Calcaire.....		»		—	25.1
			100.0		
					100.0

Très peu de lourds et peu de légers attirés.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite R, ilménite RR, limonite AA, grenat, biotite, muscovite R, hornblende verte A, augite AA, tourmaline brune, tourmaline verte R, épidote, staurotide, zircon, dolomie R.

la. Magma basaltique D, tuf basaltique rouge AA.

lna. Orthose, plagioclase A, quartz hyalin D, quartz cristallinique AA.

Station 128. — Débouché du grau du Quinzième dans Thau.

Sable fin, calcaire III.

Sable 98.5	{	S. gros.....	1.0	Après acide.....	»
		S. moyen	7.0	—	3.8
		S. fin	83.5	—	60.5
		S. très fin	7.0	—	5.5
Vase 1.5	{	Fins-fins	1.3	—	0.7
		Arg. calc.	0.2	—	»
Argile.....		»		—	1.0
Calcaire.....		»		—	28.5
			100.0		
					100.0

Sable fin, calcaire III.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

1a. Chlorite RR, serpentine R, roches vertes, magma basaltique D, grains imprégnés de limonite.

lna. Orthose, plagioclases A, quartz hyalin D, quartz cristallinique AA.

Sable fin mélangé, calcaire III, avec assez rare gravier de cailloux
et de coquilles et avec galets.

Galets	25.0	pour cent du fond.
Gravier.....	10.0	—
Sable 100.0	S. gros.....	17.0
	S. moyen	13.0
	S. fin	63.0
	S. très fin	7.0
	Fins-fins	»
Vase 0.0	Arg. calc. . . .	»
Argile.....	»	»
Calcaire	»	»
	<u>100.0</u>	

Après acide.....	»
—	4.0
—	48.0
L = 1.0	}
la = 1.0	
lna = 4.0	
—	6.0
—	0.5
—	»
—	0.5
—	<u>41.0</u>
	<u>100.0</u>

$$\frac{L}{1} = 0.20 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.25$$

GALETS. Galets de quartz blanc laiteux ou grisâtre, de lydienne, de quartzite, de grès gris ou rouge, de calcaire jurassique très compacte qui passe souvent à la dolomie. Galets allongés et très aplatis de schistes et de grès de diverses couleurs.

GRAVIER. Coquilles brisées. — Grains arrondis de quartz et de grès.

SABLE. Le sable très fin a seul été analysé.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite R, ilménite RR, spinelle R, grenat, biotite, muscovite, actinote R, glaucophane, hornblende verte AA, augite A, diallage R, malacolite RR, tourmaline brune, tourmaline verte, épidote A, sphène R, staurotide, zircon R, corindon RR, dolomie AA, grains opaques gris, jaunes ou verts AA.

la. Chlorite R, magma basaltique D, grains imprégnés de limonite, grains opaques gris, jaunes ou verts AA.

lna. Orthose, plagioclases, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

Station 132. — Mollasse marneuse helvétique, à la base de la falaise entre Balaruc-les-Bains et Balaruc-le-Vieux.

Fins	après acide	2.5
Très fins	—	41.5
Fins-fins	—	7.2
Argile	—	30.3
Calcaire	—	18.5
		100.0

Extrêmement peu de lourds et très peu de légers attirés.

SABLE TRÈS FIN. *L.* Magnétite RR, hématite R, limonite, grenat pyrope A, biotite AA, muscovite A, glaucophane R, hornblende verte R, tourmaline souvent en cristaux allongés, andalousite RR, épidote A, sphène RR, staurotide R, zircon, corindon RR.

la. Grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose R, quartz hyalin D, quartz cristallinique AA.

Station 133. — Mollasse marneuse helvétique, à la base de la falaise de Bouzigues.

Fins	après acide	1.3
Très fins	—	40.6
Fins-fins	—	7.1
Argile	—	30.2
Calcaire	—	20.8
		100.0

Extrêmement peu de lourds et très peu de légers attirés.

TRÈS FINS. *L.* Magnétite RR, limonite A, grenat, biotite AA, muscovite A, hornblende verte R, tourmaline R, andalousite souvent imprégnée de magnétite, épidote, sphène RR, staurotide R, rutile RR, zircon.

la. Grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose R, plagioclases RR, quartz hyalin, quartz cristallinique AA.

Station 134. — Argile jaune helvétique, au milieu de la falaise de Bouzigues.

Fins.....	après acide	0.4
Très fins.....	—	14.7
Fins-fins.....	—	3.5
Argile	—	80.0
Calcaire.. ..	—	1.4
		100.0

$$\frac{L}{I} = 0.01 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.04$$

TRÈS FINS. *L.* Magnétite AA, limonite A, grenat A, biotite verte AA, muscovite A, actinote R, hornblende verte A, tourmaline brune souvent en cristaux, tourmaline verte, andalousite R, disthène RR, épidote A, staurotide R, rutil RR, zircon.

la. Grains imprégnés de limonite.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin D, quartz cristallinique AA.

Station 135. — Conglomérat coquillier, au sommet de la falaise de Bouzigues.

Gros.....	après acide	1.9
Moyens.....	—	1.2
Fins	—	1.5
Très fins.....	—	5.8
Fins-fins.....	—	1.3
Argile	—	14.0
Calcaire.....	—	74.3
		100.0

Excessivement peu de lourds et de légers attirés.

TRÈS FINS. *L.* Hématite R, limonite A, grenat, biotite AA, muscovite A, glaucophane R, hornblende verte R, tourmaline brune ou verte en cristaux, épidote A, rutil RR, zircon.

la. Grains imprégnés de limonite.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin D, quartz cristallinique AA.

Station 136. — Marne bleue helvétique, au milieu de la falaise entre Bouzigues et Mèze.

Fins.....	après acide	0.2
Très fins.....	—	9.5
Fins-fins	—	15.3
Argile	—	47.0
Calcaire.....	—	28.0
		100.0

Beaucoup de lourds et peu de légers attirés.

TRÈS FINS. *L.* Magnétite RR, grenat R, biotite verte D, muscovite A, glaucophane RR, hornblende verte R, épidote R, zircon R.

la. Chlorite RR, grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

Station 137. — Conglomérat coquillier, au sommet de la falaise entre Bouzigues et Mèze.

Très fins et fins-fins.. après acide	0.2
Argile	— 5.8
Calcaire	— 94.0
	100.0

TRÈS FINS. *L.* Biotite verte D, muscovite A, épidote.

la. Grains imprégnés de limonite.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

Station 138. — Marne jaune, au milieu de la falaise à 1 1/2 mille au S.-W. de Mèze.

Fins..... après acide	0.5
Très fins.....	— 5.0
Fins-fins.....	— 13.5
Argile	— 42.0
Calcaire.....	— 39.0
	100.0

Même composition minéralogique qu'à la Station 134, mais sans rutile.

Station 139. — Sable quartzo-calcaire induré de la falaise de Montpenède.

Moyens.... après acide	37.2
Fins	— 8.6
Très fins.....	— 4.8
Fins-fins.....	— 2.4
Argile	— 1.8
Calcaire.....	— 45.2
	100.0

$$\frac{L}{I} = 0.004 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.350$$

TRÈS FINS. *L.* Magnétite R, limonite AA, biotite verte A, tourmaline brune, andalousite A, staurotide, zircon en cristaux peu allongés et à arêtes émoussées, minéraux ferrugineux en voie de décomposition A.

la. Grains imprégnés de limonite D.

lna. Feldspaths R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

Station 140. — Marne jaune de la falaise de Montpenède.

Moyens.....	après acide	0.1
Fins.....	—	0.3
Très fins.....	—	4.5
Fins-fins.....	—	10.0
Argile	—	45.0
Calcaire	—	40.1
		100.0

$$\frac{L}{1} = 0.003 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.119$$

TRÈS FINS. *L.* Magnétite RR, limonite AA, biotite verte AA, muscovite A, tourmaline RR, topaze RR, staurotide, zircon.

la. Grains imprégnés de limonite.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin AA, quartz cristallinique D.

Station 141. — Bloc de calcaire crétacé de Villeveyrac.

Très fins et fins-fins..	après acide	0.4
Argile	—	1.1
Calcaire.....	—	98.5
		100.0

$$\frac{L}{1} = 0.05 \text{ et } \frac{la}{lna} = 0.07$$

TRÈS FINS. *L.* Magnétite RR, limonite A, grenat A, biotite verte A, muscovite, tourmaline brune en cristaux allongés A, tourmaline verte, disthène R, épidote A, rutile R, zircon A.

la. Grains imprégnés de limonite D.

lna. Orthose, plagioclases R, quartz hyalin D, quartz cristallinique AA.

D. Constitution lithologique des environs de l'étang de Thau.

Les analyses des sédiments sous-marins ont avantage à être comparées à celles des roches continentales voisines dont les agents d'érosion, d'abrasion et de déflation ont transporté des débris au fond des eaux.

Afin d'étudier la relation existant entre un fond immergé et les roches terrestres avoisinantes, on a recueilli et analysé plusieurs échantillons de roches du bassin de Thau, pris pour la plupart sur les falaises côtières. D'autres proviennent des deltas des ruisseaux, des lits des gaux, et de la plage en ses diverses régions.

ROCHES SÉDIMENTAIRES DU BASSIN VERSANT. — Les roches qui encadrent l'étang de Thau sont toutes d'origine sédimentaire, à l'exception du massif volcanique d'Agde. La plupart sont très riches en carbonate de chaux. Il faut cependant observer que si les calcaires jurassiques, crétacés et tertiaires en contiennent presque toujours plus de 90 %, les dépôts gréseux, marneux et argileux du crétacé de Villeveyrac et, sur la tranche des falaises, les mollasses, les marnes et les argiles miocènes ainsi que les sables et les cailloutis pliocènes en décèlent une proportion notablement moindre (1,4 % seulement dans l'argile de la falaise de Bouzigues). Presque tous les calcaires jurassiques, notamment ceux de la Gardiole et de la montagne de Cette sont fortement mélangés de carbonate de magnésie et passent à la dolomie.

Lorsque les roches sont désagrégées par les agents atmosphériques, les eaux courantes ou les vagues, une portion considérable de leur carbonate de chaux se dissout. Pour s'en rendre compte, il convient d'examiner les deltas ou les points de la plage qui ne contiennent ni coquilles ni organismes calcaires. Tels sont la plage de Montpenède et le delta de l'Issanka. Le dépôt formé sur la plage, au pied de la falaise de Montpenède, par les débris d'un sable induré renfermant 45,2 % de carbonate de chaux, en conserve seulement 6,5 %. La presque totalité a disparu par dissolution et par trituration réduisant en vase les grains et le ciment calcaire. Il en est de même à l'embouchure du ruisseau d'Issanka : le bras oriental roule, avec quelques grains quartzeux, beaucoup de grains calcaires ; le dépôt recueilli sur la berge a une teneur de 73 % en carbonate de chaux ; un peu à l'est de l'embouchure, la teneur n'atteint plus que 41 % et 27,5 % seulement à environ 200 mètres de distance, au milieu du delta. Le calcaire parvient à l'étang surtout à l'état dissous ou sous forme de vase calcaire. Il semble donc n'exister, tout au moins pour l'étang de Thau, aucune relation directe entre les richesses respectives en carbonate de chaux d'un sédiment de la plage et de la roche située quelquefois à quelques mètres seulement de distance ; le calcaire y est, avant tout, l'œuvre des organismes. La nature des roches encaissantes (1) exerce pourtant une influence indirecte ; les organismes à squelette calcaire se

(1) Une observation analogue peut-être faite pour les organismes et les dépôts du lac de Gérardmer entouré de toutes parts de granites et de roches cristallines, et qui contient surtout des êtres à squelettes siliceux. Son fond est recouvert de Diatomées et les parties marécageuses de ses bords sont envahies par un rideau de *Prêles* de grande taille.

développent plus vigoureusement dans une eau très chargée en carbonate de calcium que dans une eau qui en est à peu près dépourvue, ou qui ne renferme que du sulfate devant être transformé par eux (1) en carbonate.

Après dissolution du calcaire, les grains minéraux et l'argile sont mis en liberté. Les sédiments jurassiques de la montagne de Cette et de la Gardiole contiennent à peine quelques traces d'une argile très foncée qui, pour peu que sa proportion s'élève à 0,2 %, les colore en brun ; ils ne montrent pas de grains minéraux. Les calcaires crétacés sont presque aussi pauvres (1,1 % d'argile et 0,4 % de minéraux). Les grès, les marnes et les argiles secondaires fournissent le sable du cours supérieur des ruisseaux. La plupart des minéraux parvenus à l'étang sont arrachés aux sédiments tertiaires en bordure vers le nord. A l'exception de la mollasse sableuse à grains moyens de la pointe de Montpenède, les grains très fins et fins dominant. Le maximum de minéraux (51 à 53 %) correspond aux mollasses, le minimum (0,2 à 12 %) aux conglomérats coquilliers. L'argile, tantôt d'un jaune ocreux, tantôt d'un gris-bleuâtre ne fait défaut nulle part. On ne la retrouve pas, sur la plage, au pied des falaises ; il s'y dépose un sable à grains plus gros en moyenne que ceux des roches d'où il provient, les grains les plus fins et l'argile étant entraînés par les eaux. Les galets quartzeux ou calcaires ne quittent pas la base de la falaise : ils demeurent où les a fait tomber l'éboulement de la partie supérieure. Les pêcheurs du port de Bouzigues les ramassent et les disposent sur la plage en levées perpendiculaires à la côte pour délimiter les emplacements où ils retirent à sec leurs embarcations. Ces galets présentent tous l'aspect roulé des galets de rivière. Les vagues de l'étang, très faibles surtout sur la côte nord, ne sont pas assez puissantes pour les mouvoir, ni même pour leur donner la forme caractéristique de galets aplatis, usés par les grandes vagues de la mer.

Il n'est pas rare qu'au-dessous d'une mince couche de sable pur qui tapisse la plage, on trouve un sable plus vaseux : l'argile, les débris de *Zostères* sont retenus entre les interstices des grains et mélangent le sable d'une quantité toujours minime de vase noire.

Au milieu des anses marécageuses, les amas de *Zostères* rejetés à la côte amortissent le choc des vagues et le ruissellement des eaux courantes ; les minéraux les plus ténus et l'argile au lieu d'être entraînés au loin, se déposent sur la plage où les retient un lacs de fibres végétales. Il en est ainsi sur le pourtour occidental de la crique de l'Angle et devant les salines de Mèze.

D'une façon générale, il s'accomplit une séparation mécanique des éléments suivant leurs dimensions, le sable moyen, le fin, le très fin, les fins-fins et l'argile sont emportés par les vagues de l'étang à l'exclusion du sable gros, du gravier et des galets dont le poids est trop considérable. La grosseur maxima des éléments enlevés dépend d'ailleurs de la position de la côte exposée ou non aux vents et aux vagues violentes, de la déclivité du fond facilitant plus ou moins le retrait de la vague et l'entraînement des particules de sable, enfin des barrières de plantes marines ou de leurs débris qui hâtent la chute des matériaux en suspension dans l'eau.

(1) ROBERT IRVINE and SIMS WOODHEAD. *Secretion of carbonate of lime by animals*. Proceedings of the Royal Society of Edimburgh, 1889, pp. 324-354.

Les minéraux sont très variés. D'une roche à l'autre, on constate le plus souvent une grande différence dans leurs proportions relatives. Il est plus rare que l'un d'eux caractérise par sa seule présence les sédiments d'un âge déterminé. Les dolomies et les calcaires jurassiques n'offrent aucun autre minéral que la calcite et la dolomie, toutes deux attaquées par l'acide chlorhydrique. Il faut pourtant noter que certaines parties des calcaires dolomitiques des environs de Cette sont tellement imprégnées de silice que leurs fragments rayent légèrement le verre. Les blocs recueillis aux carrières de la montagne de Cette ne sont pas dans ce cas, mais on rencontre sur la plage des galets très durs de dolomie siliceuse que l'acide chlorhydrique attaque faiblement mais est impuissant à désagréger. Un fragment de ce galet broyé et examiné au microscope, après attaque par l'acide chlorhydrique, laisse reconnaître au milieu de flocons d'argile et de silice gélatineuse des grains cristallins de dolomie siliceuse à peine attaqués à la surface et arrondis sur leurs bords. Les minéraux contenus dans un bloc de calcaire crétacé, bien que peu nombreux, ont fourni une quantité relativement considérable de grains lourds (5 % de densité supérieure à 2,8.) Dans les mollasses, les marnes, les argiles, les conglomérats et les cailloutis, on retrouve les mêmes minéraux que dans le calcaire crétacé, avec quelques autres ; mais la proportion des lourds est alors excessivement faible. Dans l'ensemble, les sédiments anciens du continent sont caractérisés par la grande proportion de matière ocreuse (limonite), par l'abondance du mica et surtout du mica verdâtre (biotite altérée), par la présence de tourmaline violacée, d'andalousite, de disthène, de rutile, par la très grande rareté des pyroxènes, enfin par l'absence complète de minéraux basaltiques et de dolomie d'origine clastique. Cette association de minéraux et leurs proportions respectives, en particulier la quantité relativement élevée de mica, sont caractéristiques des schistes micacés, des phyllades, des gneiss, des granites. On peut donc admettre que, jusqu'à la fin du pliocène, la majeure partie des sédiments qui couvrent la plaine du bas Languedoc a emprunté ses minéraux aux massifs de roches cristallines des Cévennes et de la Montagne Noire.

La présence de minéraux verts (chlorite, serpentine) et de glaucophane montre toutefois que les roches de la Provence et de la région des Alpes n'ont pas été complètement étrangères à la formation de ces sédiments, surtout de ceux de la bordure septentrionale de l'étang, au nord-est de Mèze.

A l'embouchure des petits ruisseaux actuels qui arrachent leurs grains sableux aux sédiments anciens, on a constaté, comme on pouvait s'y attendre, un enrichissement en minéraux lourds. Il y aurait, par contre, lieu d'être surpris de rencontrer au milieu du delta du ruisseau d'Aigues-Vagues, devant les salines de Mèze, des traces de magma basaltique ainsi que des fragments excessivement rares d'augite, alors que le bassin du ruisseau est assez éloigné de toute masse de basalte. Il s'agit dans ce cas d'un transport par le vent de grains très fins et fins-fins arrachés à l'un des massifs ou des dykes des environs.

BASALTE D'AGDE. — Le basalte, dont les minéraux sont naturellement absents des sédiments jurassiques, crétacés, miocènes et pliocènes antérieurs à sa venue, forme à

Agde un cône volcanique. Sur les flancs et sur le pourtour de la colline, des scories, des pouzzolanes et des tufs, plus facilement désagrégés par les eaux, ont fourni une argile brun-rougeâtre qui a comblé l'ancienne embouchure orientale de l'Hérault et que l'on retrouve au bord de l'étang de Thau comme dans le Rieu. Ils renferment de l'augite, de l'obsidienne et de l'olivine épigénisée par la bowlingite. Des fragments arrondis de basalte d'Agde, recueillis sur la plage au pied de la colline, ont montré, après concassage et examen au microscope, des cristaux d'augite et d'olivine avec un magma de plagioclase (labrador) englobant des grains noirs et opaques de magnétite et, plus rare, d'ilménite ; de l'hornblende brune, des pyroxènes de couleur foncée, des spinelles y existent en traces. Les dykes de limburgite des environs offrent un plus grand nombre d'espèces minérales : à Grabels et à Montferrier, on reconnaît la présence de spinelle noir, d'amphiboles, de pyroxène vert, de mésotype, de christianite, d'épidote (1). Quelques autres minéraux, notamment l'apatite, que l'on ne rencontre pas dans les anciennes roches sédimentaires voisines et qui existe en traces sur la plage, doivent se trouver en petites quantités au cône volcanique d'Agde.

La plaine marécageuse, traversée par le canal du Midi et couverte des alluvions de l'Hérault, sert encore, en temps de crue, de débouché au trop plein des eaux de ce fleuve et ainsi, à l'ouest de l'étang de Thau, parviennent non seulement des minéraux basaltiques, mais encore une partie des limons et des sables de l'Hérault. A la surface libre du basalte, au milieu des tufs volcaniques et dans les dépôts des marais, les minéraux sont souvent altérés ; la trituration des eaux courantes qui les a réduits en grains fins et très fins, en augmentant la surface d'attaque, a accéléré leur décomposition chimique. Daubrée (2) a montré l'importance de ce phénomène pour les feldspaths. Buchanan (3) donne sur l'augite basaltique des résultats tout aussi concluants : de beaux cristaux de ce minéral provenant du groupe des îles Tristan da Cunha, pulvérisés avec de l'eau dans un mortier d'agate, rendent l'eau alcaline.

APPAREIL LITTORAL. — Dans notre étude des roches du bassin versant de Thau, les sables modernes du cordon littoral ont été laissés jusqu'ici de côté. Ils s'étendent de part et d'autre de la colline jurassique de Cette sur toute la largeur du lido. Au voisinage d'Agde ils dessinent seulement une bordure au rivage méditerranéen ; plus avant vers le nord, ils sont remplacés par les alluvions rougeâtres formés surtout des débris des roches volcaniques du pic Saint-Loup. Le lit du Rieu, de Thau jusqu'au pont du chemin de fer, est rempli d'une vase sableuse calcaire rougeâtre qui continue directement les dépôts vaseux du Petit-Bagnas. Les minéraux proviennent surtout des basaltes et de leurs tufs. La proportion de lourds est faible. Au-delà du pont s'étend vers la mer un sable fin,

(1) F. MOURGUES. *Contribution à l'étude des roches éruptives du Midi de la France (région Languedocienne)* Thèse Sc. nat., Montpellier, 1901.

Et P. DE ROUVILLE. *Introduction à la description géologique du département de l'Hérault*. Montpellier. Bœhm et fils, 1875.

(2) DAUBRÉE. *Géologie expérimentale*, p. 268.

(3) J.-Y. BUCHANAN. *On the occurrence of sulphur in marine muds and nodules, and its bearing on their mode of formation*. Read Decemb. 1, 1890, Proceedings of Royal Society of Edinburgh, 1890-1891, p. 22.

médiocrement calcaire, avec des minéraux en grande partie d'origine basaltique. La proportion des lourds augmente jusqu'à la plage, mais reste faible. Au bord de la Méditerranée, des galets de basalte très roulés, corrodés et un gravier de basalte et de quartz indiquent que cette partie du cordon littoral tire son origine d'éléments empruntés à la colline d'Agde et à la montagne Noire. Au contraire du Rieu, le grau de Pisos-Samo est tout entier sableux de Thau à la mer. Il en est de même de celui du Quinzième. Les sables de ces deux graus sont encore caractérisés par des minéraux basaltiques, mais quelques grains de dolomie venus de l'est indiquent que les alluvions des ruisseaux et des torrents situés à l'est de l'Hérault s'y sont mélangés aux apports de ce dernier fleuve.

D'Agde à Cette, le grain des sables littoraux ne varie pas. Cette uniformité frappante (plage du grau du Quinzième : grains moyen 10 %, fins 82,5 %, très fins 7,3 % — plage des salines de Villeroi : moyens 9 %, fins 83 %, très fins 7,8 %) n'a rien de surprenant. Le lido est sensiblement rectiligne ; les vagues et les mouvements des eaux marines qui ont déterminé la formation de la levée restent les mêmes d'un bout à l'autre et il doit en être de même du calibre des grains. Les minéraux contenus dans ce sable de grosseur uniforme varient pourtant suivant la région. Tout d'abord il y a beaucoup plus de lourds près de Cette ; la proportion atteint 19 % à Villeroi. En outre, les minéraux basaltiques sont moins abondants, remplacés par la dolomie, les minéraux verts, le glaucophane. De l'autre côté de la colline de Cette, la grosseur des grains change : l'augmentation du sable moyen et son mélange de gravier et de galets montre que le cap de Cette a servi d'obstacle au cheminement des matériaux mis en mouvement par les eaux marines. La présence de ces dépôts à éléments assez volumineux et de grosseur très variable, à l'est et non à l'ouest de la montagne de Cette, prouve bien que la marche générale des galets et des sables s'effectue de l'est à l'ouest sur cette partie de la côte. Martins (1) a montré que les galets d'Aigues-Mortes, quartzites alpins, porphyres rouges, protogines, serpentines, variolites, provenaient du Rhône et de la Durance. Ceux de Cette ne viennent pas de si loin : ils tirent leur origine des ruisseaux et des torrents descendus de la Gardiole et de la base des Cévennes. Ce sont des fragments de quartz blanc laiteux ou grisâtre, de lydienne, de roches cristallines et de schistes arrachés aux cailloutis quaternaires et pliocènes, de grès gris, de calcaires jurassiques grisâtres souvent dolomitiques arrachés aux collines de la Gardiole. Quant au sable, il rappelle assez par sa composition celui que l'on recueille sur la plage de Villeroi et il doit avoir la même origine.

Tous deux sont la continuation des sables de la Méditerranée et diffèrent beaucoup de ceux qui se déposent actuellement sur le pourtour occidental de Thau. Les sables de la Méditerranée, d'après M. Thoulet, sont des sables fins, analogues à ceux du cordon littoral. Comme eux, ils présentent une proportion très élevée de lourds et ils contiennent exactement les mêmes minéraux. La présence de malacolite, de sphène, de chlorite, de serpentine, de fragments de roches vertes, l'abondance des grenats et des amphiboles, montrent qu'une partie tout au moins de ces sables tire son origine du Rhône. La proportion assez

(1) MARTINS. *Topographie géologique des environs d'Aigues-Mortes*. Rev. des Sciences nat. de Montpellier, t. XIII, pp. 43-60, 1874.

élevée de minéraux basaltiques et de dolomie indique que les alluvions du Rhône y sont mélangées d'apports de fleuves et de ruisseaux descendus des Cévennes ou des collines côtières.

La conclusion de l'étude de l'appareil littoral se résume de la façon suivante : au pied de la colline d'Agde, le sable du lido est constitué surtout par les alluvions de l'ancien Hérault et des torrents voisins ; partout ailleurs, de chaque côté de la montagne de Cette, il se compose d'un mélange de galets d'origine locale, de sables apportés par les ruisseaux voisins et enfin de sables rhodaniens.

E. Carte lithologique.

En examinant la carte lithologique de l'étang de Thau, on est frappé de l'extrême variété des sédiments sur un aussi petit espace. Toutes les catégories de fonds sous-marins ont pu se déposer dans ce bassin de décantation ; leur répartition conserve une certaine régularité : aux sables du rivage succèdent des sables vaseux, puis des vases très sableuses et sableuses jusqu'aux vases proprement dites qui occupent la région centrale.

Au point de vue lithologique on distingue quatre régions d'importance différente : les Eaux-Blanches, la crique de l'Angle, le Grand Étang proprement dit, et la portion méridionale séparée par le Plan de l'Air et par le prolongement sous-marin de la pointe de Montpenède.

Eaux-Blanches. — Les sédiments consistent en sable, sable vaseux, vase très sableuse, vase et surtout vase sableuse avec gravier sans cailloux, uniquement composé de coquilles entières, brisées et moulues. En face de la gare, sur la plage ou à une faible profondeur, on recueille quelques galets identiques à ceux de la plage méditerranéenne voisine ; on est là, en effet, à quelques centaines de mètres à l'ouest du débouché de l'ancien grau de Frontignan.

Au nord-est, une roche sous-marine prolonge la petite pointe voisine de l'usine de Saint-Gobain. Au nord-ouest, la pointe de Balaruc se continue par quelques rochers, dont l'un, Roquerols, émerge au-dessus des eaux.

Le sable se rencontre uniquement au sud-est et au nord-ouest. Il présente des caractères différents suivant qu'on l'envisage dans l'une ou l'autre de ces deux régions.

Au sud-est, il est fin, presque uniquement formé de grains minéraux et relativement pauvre en coquilles ; il fait partie du cordon littoral et s'allonge en une bande étroite de part et d'autre du canal de la Bordigue. Après un mince liseré de sable vaseux succédant au sable du cordon littoral, vient une zone de vase très sableuse. A une profondeur plus grande, la vase sableuse occupe une assez grande superficie. Au centre, la vase proprement dite, noire et fétide, est mélangée de détritits organiques, principalement de débris de Zostères.

Au nord-ouest, autour de Roquerols, les coquilles constituent un sable à gros grains

presque entièrement dépourvu de minéraux. La quantité de vase augmente rapidement vers l'ouest et vers le sud ; au contraire, au nord et à l'est, une bande de sable vaseux passe graduellement aux vases très sableuses qui s'étendent vers Saint-Sauveur et dont la zone est presque ininterrompue autour des Eaux-Blanches. Du côté du Barrou, les dépôts sont coquilliers comme près de Roquerols et ils forment une région presque à fleur d'eau de sable vaseux et de vase très sableuse.

Les Zostères couvrent de leurs prairies une portion importante des Eaux-Blanches. Elles ne croissent pas dans les sables littoraux ; elles se développent à une profondeur variant de 2 à 6 mètres et sont particulièrement touffues sur les fonds de vase sableuse.

CRIQUE DE L'ANGLE. — Il n'y existe ni sable, ni sable vaseux. Les falaises de la pointe de Balaruc, celles de Bouzigues et surtout les alluvions de l'Avène et de l'Issanka laissent comme pour premier dépôt une ceinture de vase très sableuse où dominent les fins-fins et les très-fins. A quelque distance s'étend la vase sableuse avec une énorme abondance de Zostères qui recouvrent le fond de la crique sur la presque totalité de son étendue. Au milieu, la vase proprement dite, noire, fétide, inhabitée, se relie, au sud, à celle du Grand Étang.

GRAND ÉTANG. — Les sédiments de toutes les catégories y sont représentés. Leur disposition en bandes parallèles aux isobathes est très nette. Elle serait aussi bien caractérisée si, de l'autre côté du cordon littoral, on considérait les bords de la Méditerranée.

Plusieurs rochers, recouverts çà et là de sable et submergés à une faible profondeur, prolongent la base des falaises depuis Bouzigues jusqu'à Marseillan ; trois autres sont situés sur la côte méridionale, en face de la batterie du Barrou, au Plan de l'Air, et devant le Quinzième.

Allongées parallèlement au cordon littoral et s'appuyant sur lui, se succèdent d'étroites bandes de sable fin ou très fin, pauvre en coquilles, puis de sable vaseux, de vase très sableuse, de vase sableuse, fonds plus coquilliers, et bientôt de vase de moins en moins riche en calcaire à mesure qu'elle se rapproche du centre.

Au milieu de la vase, des tubes calcaires d'Annélides et des coquilles de Mollusques s'agglomèrent en une roche calcaire très peu compacte, disposée en monticules de petites dimensions appelés depuis longtemps « cadoules » par les pêcheurs.

Le long de la côte septentrionale, on trouve successivement, en se rapprochant de terre, vase sableuse et vase très sableuse, le plus souvent recouvertes de Zostères. Sur la côte même, on parvient fréquemment au sable vaseux, à grains gros ou moyens, presque toujours coquillier. Au delà, on ne rencontre pas toujours de sable, sinon à l'embouchure des ruisseaux et au voisinage de Montpèndre.

Les Zostères, sans doute à cause de l'agitation des vagues soulevées par le mistral, prospèrent mal du côté du cordon littoral. Elles y croissent en îlots épars au milieu des sables vaseux ou de la vase très sableuse. Absentes de tout le milieu de l'étang, leurs prairies sont tellement touffues dans la partie nord que souvent il a été impossible, sur un espace assez vaste, de récolter un seul échantillon du fond.

PARTIE MÉRIDIONALE DU GRAND ÉTANG. — Deux bancs rocheux rétrécissent l'espace compris entre l'isobathe de 3 mètres. L'un vient de Montpenède, l'autre, le Plan de l'Air, dessine un triangle dont la base est parallèle au cordon littoral et dont le sommet est dirigé vers le nord. La roche y est recouverte presque partout de sable, de sable vaseux ou de vase très sableuse, accompagnés de petit gravier quartzeux très roulé qui ne se rencontre pas ailleurs.

Les zones de sable, de sable vaseux et de vase très sableuse, sont larges le long de la côte méridionale. Sur la côte septentrionale, on ne trouve, excepté vers Montpenède, que de la vase très sableuse. Le milieu est occupé en entier par de la vase sableuse.

Les herbiers sont très développés. Les prairies de Zostères s'échelonnent entre le canal du Midi et Montpenède; à une profondeur un peu plus grande, le sol sous-marin est recouvert d'un tapis de *Cladophora*.

Si l'on compare la carte de l'étang de Thau à celle de l'étang de Berre dressée par M. Pruvôt d'après M. Marion (1), on remarque des ressemblances assez grandes. Le sable dessine un liseré au bord de l'étang de Berre comme au bord de l'étang de Thau. Des sables vaseux lui succèdent de la même façon et enfin des vases occupent toute la partie la plus profonde. Les Zostères, dans les deux étangs, sont surtout abondantes au nord et, de même que le canal de Cette en renouvelant l'eau et en égalisant les températures d'hiver et d'été détermine un grand développement de leurs prairies dans les Eaux-Blanches, de même les herbiers s'étendent entre la vase et l'étroite zone de sable, non seulement au nord de l'étang de Berre, mais aussi vers le sud, au débouché du grau de Caronte. A des conditions analogues correspond une constitution lithologique analogue.

RÉPARTITION DU GRAVIER. — Le gravier des sédiments de l'étang de Thau est presque uniquement composé de coquilles et d'organismes calcaires. En cinq points seulement, aux Stations 21, 22, 29, 55, 56, situées sur le Plan de l'Air ou dans son voisinage, on rencontre des fragments très arrondis de quartz blanc ou laiteux, de quartz grisâtre et de basalte. Ils ont fait partie de l'ancien amas de galets et de graviers venus s'amonceler contre l'île d'Agde et sur les hauts-fonds voisins. Mais, tandis que les galets et le gravier situés plus à l'ouest ont été recouverts par les alluvions de l'Hérault, les roches et les graviers du Plan de l'Air, balayés par les vagues, sont demeurés à découvert.

A la Station 1, de petits galets de calcaire dolomitique allongés et très aplatis auraient, s'ils n'étaient pas profondément corrodés, exactement l'aspect de ceux de la plage de la Méditerranée. Ils ne se trouvent pas trop éloignés du débouché dans Thau d'un ancien grau fort large. Après l'oblitération du grau, les eaux de l'étang, impuissantes à les mouvoir et même à les user beaucoup, les ont seulement corrodés.

Le gravier, auquel s'appliquera ce qui va suivre, est formé surtout de coquilles de Bivalves et de Gastéropodes, mélangées par endroits à des tubes de Serpules. D'une façon

(1) PRUVÔT. *Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale comparés avec ceux du golfe du Lion*. Archives de Zoologie expérimentale et générale, 3^e série, t. V. 1897.

générale, plus la profondeur est grande, moins il y a de coquilles brisées et mouluës. Le gravier du voisinage immédiat du cordon littoral n'offre pas le même aspect que celui du reste de l'étang : les coquilles y sont propres, blanches ou rosées, transparentes, un peu usées. Ailleurs, elles se montrent au contraire souvent grises et opaques, corrodées, rendues friables par l'attaque de l'eau de mer; leur surface est revêtue d'algues vertes microscopiques, et, dans les sables et les sables vaseux coquilliers, les débris de coquilles sont agglutinés par le byssus des Modioles.

Mettant à part les cadoules, la proportion de gravier dépasse 100 % du fond en un petit nombre de points seulement. A l'est de Roquerols (St. 43 et 71) et au nord des Eaux-Blanches (St. 59), au fond de la source de la Bise, devant Bouzigues (St. 87), en face de Montpenède (St. 25), à la partie méridionale du Plan de l'Air (St. 55), enfin entre Marseillan et le Plan de l'Air (St. 37). La proportion varie entre 100 et 75 % en face de Saint-Gobain, au milieu des Eaux-Blanches, près de Roquerols, sur la côte à l'ouest de Bouzigues, entre Montpenède et Marseillan et vers le sud-ouest du Plan de l'Air. Une zone bordant la côte continentale, et se rattachant à une bande parallèle au cordon littoral et peu distante du rivage, renferme des fonds où le gravier atteint de 25 à 50 %; la proportion est la même dans la plus grande partie des Eaux-Blanches. La portion méridionale du Grand Étang, ainsi que deux zones se reliant vers l'ouest et parallèles l'une au cordon littoral, l'autre à la côte continentale, présentent de 25 à 10 % de gravier; il en est de même en trois points isolés des Eaux-Blanches. Enfin le milieu du Grand Étang, la crique de l'Angle presque entière avec la partie la plus profonde des Eaux-Blanches et une bande étroite longeant le cordon littoral renferment moins de 10 % de gravier.

La répartition du gravier se montre étroitement liée à celle des plateaux rocheux qui sont le lieu d'élection des coquilles.

Lorsque la profondeur augmente, la quantité de gravier commence d'abord par croître jusque vers 2,0 m. ou 2,50 m, parce que les vagues, à des profondeurs moindres, brisent les coquilles et les réduisent en sable. Après un maximum à 2,50 m, la proportion de gravier diminue graduellement avec la profondeur. A des profondeurs plus grandes, les eaux stagnantes reposant sur des vases sulfureuses ne favorisent pas le développement de la vie animale.

RÉPARTITION DU SABLE. — Les analyses montrent que d'une façon générale la quantité de sable décroît quand la profondeur augmente et que le sable est plus abondant du côté du cordon littoral. La moyenne de 9 échantillons (St. 1, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 18) assez régulièrement répartis au voisinage du cordon littoral à des profondeurs variant de 1,20 m à 2,30 m, et de 7 échantillons (St. 2, 5, 8, 10, 13, 15, 17) recueillis aux mêmes profondeurs (entre 1,40 m et 2,25 m) près de la côte continentale, fournit les résultats suivants.

Fond moyen de 1.0 m à 2.5 m de profondeur.

Près du cordon littoral.				Près de la côte continentale.			
Gravier.....		11.4		Gravier.....		37.1	
		Avant acide.	Après acide.			Avant acide.	Après acide.
Sable 97.6	S. gros.....	1.3	0.0	Sable 36.1	S. gros.....	9.1	0.0
	S. moyen....	2.9	1.0		S. moyen....	4.7	0.7
	S. fin.....	63.6	49.3		S. fin.....	4.0	1.6
	S. très fin....	29.8	22.4		S. très fin....	15.3	11.0
Vase 2.4	Fins-fins....	1.0	1.2	Vase 63.9	Fins-fins....	23.6	15.5
	Arg. calc. ...	1.4	»		Arg. calc. ...	43.3	»
Argile.....	»	»	1.3	Argile.....	»	»	33.6
Calcaire.....	»	»	24.8	Calcaire.....	»	»	37.6
		100.0	100.0			100.0	100.0
Sable fin-très fin mélangé, médiocrement calcaire, avec assez rare gravier coquillier.				Vase sableuse calcaire, avec gravier coquillier.			

La différence entre le cordon littoral plus sableux et la côte continentale moins sableuse est très accusée.

L'étude de fonds moyens donne de bons résultats pour une mer où les sédiments sont régulièrement disposés et où les sondages sont uniformément répartis. On groupe les analyses en séries d'après la distance à la côte, la profondeur, ou tel autre facteur que l'on désire étudier, et on discute les moyennes obtenues pour chaque série. Ce procédé conviendrait mal pour Thau : il serait nécessaire, tout d'abord, d'établir une distinction entre la côte nord et la côte sud où les conditions ne sont pas identiques. En outre, les sondages étant surtout serrés aux points où l'on soupçonnait quelque cas spécial à découvrir, on en négligerait arbitrairement un grand nombre. Pour se rendre compte de la répartition des divers éléments, le mieux est alors de distribuer les résultats sur une carte de l'étang et d'y délimiter les aires occupées par les fonds où la proportion de l'élément considéré est comprise entre certaines limites choisies.

On voit ainsi sur la carte lithologique elle-même que le sable diminue lorsque la profondeur augmente.

Ces deux résultats : augmentation du sable aux faibles profondeurs, augmentation plus considérable du côté du cordon littoral, s'expliquent d'eux-mêmes par l'agitation plus grande de l'eau.

Les variations dans la proportion des grains de diverses grosseurs ne sont pas toujours parallèles : le sable gros et le sable moyen sont plus abondants vers le nord-ouest que vers le sud-est. Dans une coupe transversale de l'étang, du nord-ouest au sud-est, leur proportion, d'abord maxima, se maintient élevée jusque vers 3 ou 4 mètres, puis décroît lentement et devient bientôt nulle. La profondeur diminuant ensuite au voisinage de l'appareil littoral, cette proportion s'accroît et passe par un second maximum, restant

élevée entre 6 ou 7 mètres et 2,5 m. Puis la proportion baisse. Ces résultats sont dus à ce que le sable gros provient surtout des débris de coquilles qui varient comme le gravier, c'est-à-dire qui augmentent quand la profondeur décroît, jusqu'au moment où la violence des vagues triture et moule les coquilles et même en empêche le développement.

Le sable fin décroît régulièrement quand la profondeur augmente. La proportion est beaucoup plus élevée du côté du cordon littoral. De même pour le sable très fin, quoique pour les grains de cette grosseur la différence entre les deux côtés de l'étang soit moins accusée.

RÉPARTITION DE LA VASE. — La répartition de la vase est l'inverse de celle du sable. Sa quantité est d'autant plus élevée que la profondeur est plus grande et elle est plus considérable du côté nord-ouest que du côté sud-est.

La proportion de fins-fins, maxima dans le delta de la crique de l'Angle et du côté nord-ouest, est presque nulle près du cordon littoral. Elle commence par augmenter quand la profondeur croît. L'augmentation cesse très près de la côte et à une profondeur inférieure à 2,5 m au pied des falaises du nord-ouest ; elle cesse plus loin, et à une profondeur variant de 3 m en face du Quinzième à 7 m en face de Villeroi, près du cordon littoral. Au delà de ce maximum, la proportion des fins-fins varie en sens inverse de la profondeur.

La quantité d'argile calcaire croît toujours avec la profondeur.

La nature des sédiments considérés ainsi que la grosseur et la proportion de leurs éléments constitutifs dépendent :

- 1° des matériaux d'origine clastique ou organique, déversés dans l'étang ou y prenant naissance ;
- 2° de la trituration de ces matériaux et de leur corrosion ;
- 3° du résultat d'une lévigation naturelle qui fait déposer les grains les plus ténus aux endroits les plus calmes.

RÉPARTITION DES GRAINS APRÈS ATTAQUE A L'ACIDE. — Après attaque par l'acide chlorhydrique, les minéraux non calcaires se montrent très nombreux dans le voisinage du cordon littoral, beaucoup moins dans les fonds coquilliers voisins de la côte septentrionale. D'un côté, la proportion moyenne du sable après acide est de 72,7 %, de 1,0 à 2,5 m ; de l'autre, elle est seulement de 13,3 %.

Le sable gros après passage à l'acide est généralement absent ou rare. Il en existe pourtant des quantités notables au Plan de l'Air (St. 21 : 17,0 %, St. 22 : 7,5 %, St. 29 : 4,4 %), et jusque devant le grau du Quinzième, sur des fonds rocheux à peine recouverts de sables et de graviers sans cesse agités par les vagues. Devant Montpenède, où l'on en trouve aussi des traces (St. 51 : 0,8 %, St. 25 : 0,5 %), il provient de la destruction de la falaise. Devant Bouzigues, il a la même origine. Sur les cadoules et à leur base, près de Roquerols, près du Barrou et dans tout l'étang des Eaux-Blanches, le sable gros, dont la proportion est parfois assez élevée (St. 52 : 1,5 % en face du canal de la Bordigue), est

surtout constitué par des houilles, du coke, du charbon, des escarbilles, des fragments de briques et de poteries, il provient entièrement des remorqueurs qui sillonnent l'étang et des embarcations de pêche.

Le sable moyen, après acide, est presque aussi rare que le sable gros : il prête aux mêmes remarques. Les proportions les plus élevées se trouvent sur le Plan de l'Air et près du Quinzième (St. 21 : 5,2 %, St. 22 : 4,5 %, St. 29 : 3,8 %), en face de Villeroi (St. 6 : 1,8 %), devant Montpenède (St. 10 : 4,6 %, St. 25 : 1,4 %) et au sud-est de Balaruc (St. 30 : 2,6 %). Dans les Eaux-Blanches, sa proportion est toujours relativement grande et il provient surtout des débris tombés des embarcations.

La proportion de sable fin décroît quand la profondeur augmente. Elle est de beaucoup plus considérable du côté du cordon littoral : 49,3 % en moyenne, de 1,0 à 2,5 m, contre 1,6 % en moyenne, pour les mêmes profondeurs, près de la côte continentale.

Le sable très fin varie de la même façon ; la différence entre le côté littoral et le côté continental de l'étang est pourtant moins accusée (moyenne de 22,4 % pour le premier et de 11,0 % pour le second sur des fonds de 1,0 à 2,5 m).

La proportion de fins-fins, plus grande du côté nord-ouest, augmente d'abord avec la profondeur ; puis, à partir de 1,5 m du côté nord, à partir de 3 à 6 m du côté sud, elle décroît régulièrement.

La quantité d'argile augmente avec la profondeur ; elle est beaucoup moins élevée du côté littoral (moyenne de 1,3 % contre 33,6 %).

En résumé, les minéraux résistant à l'acide chlorhydrique étendu sont particulièrement abondants au voisinage du cordon littoral, au bas des falaises les plus sableuses et à l'embouchure des ruisseaux. Leur répartition, ainsi que celle de l'argile, résulte, encore mieux que celle du sable et de la vase avant attaque, du triage opéré par les eaux. La dimension si remarquablement uniforme des sables voisins du cordon littoral, les coquilles et leurs débris étant mis à part, s'explique de la même façon.

DISTRIBUTION DES LOURDS. — Tandis que pour les sédiments de la Méditerranée la proportion des lourds par rapport aux légers est assez élevée et sensiblement constante avec légère augmentation en face des estuaires, cette proportion est extrêmement variable pour les sédiments de l'étang de Thau.

Tout d'abord, elle est beaucoup plus faible auprès des falaises côtières (de 0,4 % aux St. 5 et 24, à 2 % St. 62) qu'auprès du cordon littoral (jusqu'à 27 % St. 11). Le contraste s'explique par la pauvreté des falaises en minéraux lourds, tandis que le cordon littoral, résultat d'une lévigation par les eaux de mer, doit être au contraire assez riche.

Auprès du cordon littoral aussi bien que vers le nord, la répartition est assez irrégulière. Elle dépend plutôt de la distance à la côte que de la profondeur. Le rapport des lourds aux légers est d'autant plus élevé que cette distance est moindre. Les fonds qui bordent le lido, du Plan de l'Air à Cette, sont plus riches en lourds que les sédiments méditerranéens voisins pour lesquels le rapport varie entre 4 % et 19 %, ce qui montre qu'ils en ont été extraits par les mouvements de la mer. Près d'Agde, la proportion des lourds diminue notablement ; la portion occidentale du cordon littoral provient en effet non de sables

marins, mais d'alluvions d'origine locale remaniées. A mesure qu'on s'éloigne du cordon littoral, la proportion des lourds diminue : il s'accomplit sur les bords mêmes une lévigation qui entraîne de préférence les grains légers et, d'ailleurs, le milieu de l'étang reçoit ses apports surtout du rivage continental pauvre en minéraux lourds.

RÉPARTITION DES ÉLÉMENTS LÉGERS ATTIRABLES ET NON ATTIRABLES. — Les grains légers non attirés à l'électro-aimant à 2 ampères sont toujours du quartz et des feldspaths. Les attirés sont, au nord, de la limonite avec un peu de quartz ferrugineux, au sud, des grains de basalte.

La proportion de minéraux attirés est peu élevée près des falaises côtières (2,5 % à 8 %); elle est encore relativement faible au centre de l'étang (9 % à 10 %), mais elle augmente contre le cordon littoral et aussi, à un moindre degré qu'on l'aurait supposé d'après le voisinage de la montagne d'Agde, dans la région sud-ouest. Entre Marseillan et le Plan de l'Air, elle est voisine de 30 %; son maximum, 48 %, se produit à la Station 11 qui présente également le maximum de lourds. Dans les Eaux-Blanches on trouve encore (St. 26) 24 % et (St. 1) 25 % près du cordon littoral. Ces chiffres sont plus faibles que ceux des fonds de la Méditerranée, où la proportion est généralement voisine de 40 %, mais souvent aussi atteint et même dépasse 100 %. La cause doit en être cherchée dans les vents du nord-ouest qui apportent à la mer des poussières volcaniques et surtout dans le fait que l'étang de Thau ne reçoit aujourd'hui d'éléments basaltiques que par quelques filets d'eau descendus du pic Saint-Loup tandis que la mer en reçoit du Lez, de l'Hérault et qu'elle attaque elle-même le basalte de Maguelonne.

RÉPARTITION DU CALCAIRE. — Une très faible partie du calcaire est d'origine détritique. L'augmentation de la proportion des fins-fins après attaque du fond par l'acide se produit assez rarement. Elle n'est considérable qu'au Plan de l'Air, notamment St. 4, et aux environs de Roquerols (St. 20). L'augmentation des très fins après acide se présente une seule fois (St. 20), près de Roquerols. Dans ces deux régions où vivent de nombreux animaux, des particules minérales ont pu être enduites de mucus provoquant une précipitation chimique du calcaire qui les agglomère en grains plus gros. Le carbonate de chaux des fonds de l'étang de Thau dérive presque uniquement des organismes. Parmi eux, les Mollusques et particulièrement les Bivalves dominant. Les Annélides tubicoles et principalement les Serpulidés jouent par endroits un rôle important. Les Foraminifères sont assez communs, surtout dans les vases sableuses et les sables vaseux coquilliers. Les tests d'Echinodermes et de Bryozoaires sont plus rares. Les algues calcaires sont très peu répandues et se bornent à encroûter certains rochers.

La carte (fig. 3) qui représente la distribution du calcaire montre que sa proportion varie avec assez de régularité : elle ne dépasse 75 % (fonds extrêmement calcaires) qu'en un petit nombre de points : à l'est du Barrou, autour de Roquerols, près de la côte à l'ouest de Bouzigues, au voisinage des rochers situés en face de Montpenède et, enfin, près de la source de la Bise. Elle dépasse 50 % (fonds très calcaires) autour du Barrou, dans tout le nord des Eaux-Blanches, à l'ouest de Bouzigues, au voisinage des roches

situées en face de Montpenède, sur le Plan de l'Air et près d'une roche voisine du grau du Quinzième. Dans la plus grande partie de l'étang, les fonds sont calcaires (de 50 à 25 % de $\text{CO}_3 \text{ Ca}$) à l'exception des vases du centre et d'une bande de fonds médiocrement calcaires qui longe le cordon littoral. Les cadoules, dont il sera parlé ultérieurement et de

DISTRIBUTION DU CALCAIRE SUR LE FOND

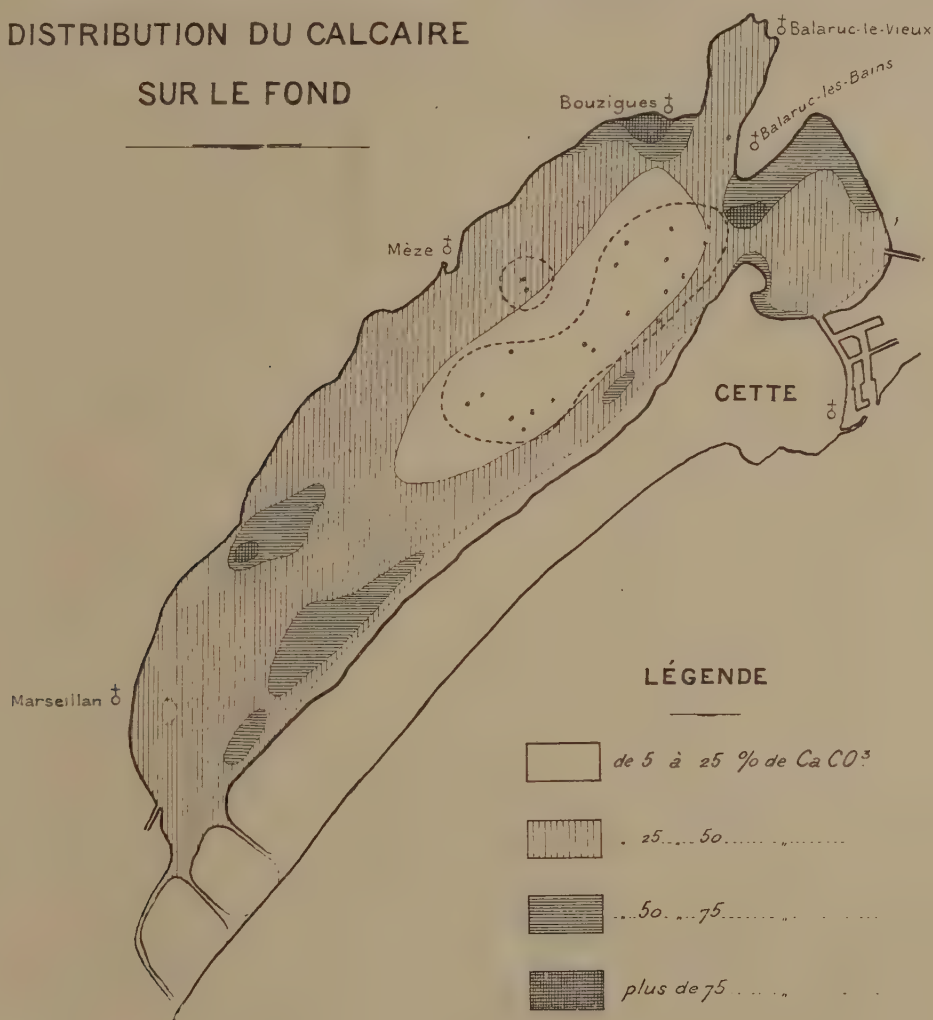


FIG. 3.

constitution tout exceptionnelle, occupent une région limitée, au milieu de vases calcaires et médiocrement calcaires.

On voit que la proportion de carbonate augmente au voisinage des rochers. C'est en effet sur les fonds rocheux que les coquilles et les animaux à enveloppe calcaire prospèrent le mieux. Les sables du cordon littoral étant sans cesse remués par les vagues, les coquilles s'y brisent et s'y usent rapidement par frottement. La plus grande partie de la

vase a la même teneur en calcaire voisine de 25 % ; la diminution qui se produit au centre est très faible. La vase fétide, chargée de sulfures, est moins favorable que les fonds environnants au développement des organismes. Cette remarque est l'un des motifs qui expliquent sa faible teneur en carbonate de chaux.

En général, la proportion de calcaire augmente d'abord avec la profondeur; puis, à partir d'une profondeur variable de 1,5 m du côté nord-ouest jusqu'à 3 mètres et même 6 mètres du côté sud-est, elle décroît quand la profondeur croît.

Les variations de la teneur en carbonate de chaux sont dans leur ensemble parallèles aux variations du gravier, du sable gros, du sable moyen ; elles n'en diffèrent qu'en ce qu'elles présentent plus de régularité.

Trois exemples montreront que la teneur en calcaire de l'argile n'est pas nécessairement en rapport avec celle du sable et qu'elle subit seulement de faibles variations.

St. 45.	Fond tout entier :	83.0 % de CO ³ Ca.	Sable et fins-fins	93.6 %.	Argile	31.0 %
St. 44.	—	35.0	—	85.0	—	34.0
St. 3.	—	25.0	—	24.9	—	26.7

SULFURES. — La présence des sulfures dans les sédiments de l'étang de Thau est révélée par leur couleur noire et par le dégagement d'hydrogène sulfuré lorsqu'on attaque au moyen de l'acide chlorhydrique le fond resté à l'abri de l'air. Ces sulfures excessivement instables sont oxydés à la surface des dépôts où ils subissent l'action de l'oxygène dissous dans l'eau de mer. Des échantillons de vase, conservés avec de l'eau douce additionnée de formol dans des flacons bien bouchés, ont montré, après un an, une couche superficielle de 5 millimètres d'épaisseur, passant du noir au jaune grisâtre, avec une mince pellicule rouge de limonite.

Une seconde expérience faite dans les mêmes conditions avec de l'eau de mer a donné les mêmes résultats avec séparation nette entre la vase noire et la vase superficielle oxydée. De même encore, quelques échantillons recueillis dans l'étang ont montré au-dessus de la vase noire une couche épaisse de 1 centimètre environ, rougeâtre, très oxydée, (St. 2 et 44) ou une couche grise (St. 88) tout à fait analogue à ce qui avait été produit expérimentalement.

Dans le but de doser le soufre dans la portion des échantillons contenus dans les flacons qui n'avait pas pu s'oxyder puisqu'elle était restée à l'abri de l'air, on l'a extraite et lavée rapidement à plusieurs reprises avec de l'eau bouillie tiède afin de la débarrasser des traces de sulfate de chaux qu'elle pouvait contenir à la suite d'une fixation par attraction moléculaire. La vase était ensuite desséchée. Pendant ce temps, le soufre s'était en partie isolé ou oxydé, mais comme il demeurait toujours dans l'échantillon et comme pour le dosage il était entièrement porté à l'état de sulfates, il n'était pas nécessaire de tenir compte de cette décomposition. La proportion de soufre est très élevée (jusqu'à 0,47 % dans la vase de la crique de l'Angle et de 0,40 à 0,35 % au centre de l'étang) et comparable à celle des marnes et des calcaires pyriteux. Examinée au microscope, la vase se montre imprégnée de grains noirs excessivement fins de sulfure de fer amorphe sans aucune trace de pyrite cristallisée.

Près de la côte septentrionale, la vase plus ou moins sableuse, très plastique, grise, jaune ou rougeâtre selon le degré d'oxydation du fer dans les roches voisines exondées, provient de l'érosion des falaises et des apports des ruisseaux ; elle ne contient pas de sulfure. Dans la portion plus profonde et plus calme qui forme la région des cadoules dont il sera parlé plus loin, sur une aire qui se prolonge vers les herbiers de la crique de l'Angle et vers les Eaux-Blanches, l'argile, dont la majeure partie a été rapidement précipitée au contact de l'eau de mer, c'est-à-dire près des bords de l'étang, parvient en moindre quantité. Ses particules légèrement ferrugineuses sont mélangées à des débris de Zostères qui flottent dans l'étang tout entier et se déposent principalement dans les régions les plus calmes, ainsi qu'à des substances albuminoïdes fournies en abondance par les animaux vivant sur les cadoules et dont les cadavres finissent par être entraînés dans la vase. Les sédiments de cette région sont donc à la fois les plus noirs et les plus riches en matières organiques d'origine végétale et animale. La décomposition de ces substances y forme même des hydrocarbures qui se dégagent du fond lorsque le sondeur y pénètre. Le sulfure des vases noires résulte de l'action réductrice des matières organiques sur les sulfates de l'eau de mer. Le soufre des matières albuminoïdes n'en fournit qu'une faible partie. En présence d'oxydes de fer, la réduction des sulfates donne du sulfure de fer noir pulvérulent.

Les sulfures formés pourraient, d'après Buchanan (1), réagir sur les feldspaths ferrugineux et l'augite, minéraux qui sont précisément communs dans les sédiments de l'étang de Thau.

Les vases noires, moins calcaires que les autres sédiments de l'étang, contiennent souvent des coquilles vivantes, mais rarement des coquilles mortes. Dans le but de rechercher si les sulfures n'exerçaient pas également une action chimique sur le calcaire, l'expérience suivante a été effectuée :

Des coquilles fraîches (*Modiolaria marmorata*, *Syndesmya ovata*, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus*) ont été laissées en présence de vase noire riche en sulfures dans de l'eau de mer additionnée d'une trace de formol pour éviter le développement d'organismes. Après un an, les coquilles minces, celles de *Modiolaria* surtout, avaient presque complètement disparu : il n'en restait plus qu'une pellicule de conchyoline. Les coquilles plus épaisses s'effritaient plus ou moins facilement ; les moins attaquées étaient imprégnées de sulfure de fer ; les plus friables étaient devenues blanches. Quelques coquilles blanches très corrodées ont été nettoyées à l'eau distillée. On y a reconnu l'existence de sulfates, soit en les attaquant à l'acide chlorhydrique et en précipitant ensuite le sulfate dissous au moyen du chlorure de baryum, soit par la réaction pyrognostique plus sensible du soufre sur la lame d'argent. Des coquilles de même espèce, non soumises au traitement, n'ont donné aucune réaction sur la lame d'argent, la très faible quantité de soufre qu'elles renfermaient ne pouvant être révélée à grand peine que par le nitroprussiate de soude.

Les échantillons conservés sous une couche d'eau douce dans des flacons bien bouchés

(1) J. Y. BUCHANAN. *On the occurrence of sulphur in marine muds and nodules and its bearing on their mode of formation*. Proceedings of the Roy. Soc. of Edinburg. Ann. 1890-1891, pp. 17-39.

ont montré eux aussi, dans les vases noires riches en sulfures, une corrosion (*Tapes virgineus*) et une disparition (*Modiolaria*, *Syndesmya*) des coquilles primitivement intactes. Des coquilles appartenant aux mêmes espèces se sont, au contraire, conservées sans aucun changement dans les fonds argileux ou sableux qui ne contenaient pas de sulfures et qui étaient restés sous l'eau dans les mêmes conditions que les vases noires.

Le sulfure de fer, très instable, en voie de perpétuelle décomposition et recomposition, dégage, au moment d'une oxydation partielle bientôt suivie d'une réduction qui le reforme, de l'acide sulfurique qui attaque le carbonate de chaux, corrode les coquilles et finit par les détruire. On s'explique ainsi pourquoi, dans les vases noires où les Mollusques sont généralement représentés par des espèces à test très mince, les tests d'animaux morts sont presque absents, même lorsque les coquilles vivantes ne sont pas rares, et pourquoi ces vases contiennent une plus faible proportion de calcaire.

La production de sulfures atteint toujours son maximum dans les bassins à demi fermés, constituant une sorte de transition entre la mer et les lacs d'eau douce comme c'est le cas pour l'étang de Thau. Dans les boues du fond des lochs d'Ecosse, Buchanan (1) a trouvé jusqu'à 0,94 % de FeS et il a observé que, dans ces bassins intérieurs, les conditions, propices à la formation de sulfures, grâce à l'abondance de matières organiques d'origine végétale, étaient défavorables à la présence d'organismes calcaires. Elles sont, dans l'étang de Thau, à la fois favorables à la formation de sulfates et au développement d'une faune benthique abondante et variée consistant surtout en Mollusques. Il est juste de remarquer que le nombre des coquilles diminue dans les fonds sulfurés. Il s'en trouve peu et à test très mince dans les vases noires typiques. Ces vases renferment au contraire, surtout celles de la crique de l'Angle qui sont les plus riches en sulfures, beaucoup de débris végétaux en décomposition.

Tandis que dans l'étang de Thau où elles sont en excès, les matières organiques tendent à former des sulfures qui détruisent le calcaire, dans la mer, au contraire, elles contribuent à l'induration des sédiments en une sorte de grès moderne. Se décomposant en quantités moins considérables et, peut-être, sous d'autres conditions, elles donnent du carbonate d'ammoniaque qui, en présence du sulfate de calcium dissous, précipite du carbonate de chaux servant de ciment aux sables plus ou moins vaseux et met en liberté du sulfate d'ammoniaque soluble dans l'eau ambiante. Telle est du moins la théorie exposée déjà par Natterer, grâce à laquelle M. Thoulet explique la formation dans la Méditerranée, au voisinage de Palavas, de roches modernes (2) près des régions les plus riches en animaux et en végétaux.

(1) BUCHANAN, *loc. cit.*, p. 133.

(2) Sur les roches modernes des bords de la Méditerranée, voy. : MARCEL DE SERRES, *Géognosie des terrains tertiaires du Midi de la France*. Paris et Montpellier, 1829. Préface ; MARCEL DE SERRES et L. FIGUIER, *Observations sur les pétrifications des Coquilles de la Méditerranée*. Extrait de la Revue scientifique et industrielle du Dr Quesneville, 1847 ; RÉGY, *Note sur les courants littoraux*... Bull. Soc. Géol. de France, 2^e série, tome XXV, 1868, pp. 913-920 ; E. DUMAS, *Note sur la Panopæa Aldrovandi découverte à l'état subfossile dans l'ancien cordon littoral de la Méditerranée*. Rev. des Sc. nat., Montpellier, 1875, tome IV, pp. 220-236.

PHOSPHATES. — Les échantillons analysés ont tous montré des traces de phosphore. Nulle part la proportion n'est très élevée. En classant les échantillons par ordre de teneur décroissante en phosphore, on obtient la liste suivante.

1.	St. 59. — En face du port de Balaruc. P = 4 m.	
	Gravier coquillier avec vase très sableuse, très calcaire	4.10 ‰ P ² O ⁵
2.	St. 77. — Cadoule. P = 5 m.	
	Gravier coquillier, avec sable vaseux, gros, extrêmement calcaire.....	4.03 »
3.	St. 113. — Cadoule. P = 10 m.	
	Vase médiocrement calcaire.....	3.56 »
4.	St. 114. — Bise. P = 14.5 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	2.89 »
5.	St. 109. — Région des cadoules. P = 9.5 m.	
	Vase médiocrement calcaire.....	2.44 »
6.	St. 93. — En face de Villeroi. P = 7.0 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	2.30 »
7.	St. 63. — Eaux-Blanches. P = 4.4 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	2.10 »
8.	St. 61. — Entre Marseillan et le Plan de l'Air. P = 4.0 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	2.05 »
9.	St. 36. — En face des salines du Quinzième. P = 3.0 m.	
	Vase sableuse très calcaire.....	1.95 »
10.	St. 104. — Milieu de l'étang de Thau. P = 8.5 m.	
	Vase médiocrement calcaire.....	1.93 »
11.	St. 79. — A l'ouest de Bouzigues. P = 5.0 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	1.80 »
12.	St. 42. — Entre Montpenède et Marseillan. P = 3.1 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	1.64 »
13.	St. 24. — Entre Mèze et Montpenède. P = 2.5 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	1.32 »
14.	St. 15. — Devant Mèze. P = 2.2 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	1.25 »
15.	St. 4. — Entre le Plan de l'Air et le cordon littoral. P = 1.5 m.	
	Sable fin médiocrement calcaire.....	1.22 »
16.	St. 9. — Près du cordon littoral au voisinage du Barrou. P = 2.0 m.	
	Sable fin médiocrement calcaire.....	1.19 »
17.	Lat.=43° 18' 30" N. Long.=1° 24' 42" E. Méditerranée. P=49.0 m.	
	Vase calcaire.....	0.90 »
18.	Lat.=43° 22' 20" N. Long.=1° 22' 38" E. Méditerranée. P=23.5 m.	
	Sable calcaire.....	0.88 »

Les chiffres précédents expriment la quantité de P² O⁵ contenue dans le fond entier, calcaire compris. Ils devraient être multipliés par 2,0263 pour exprimer la proportion de phosphate de chaux (PO⁴)² Ca³ ; la plus grande proportion de (PO⁴)² Ca³ étant 8,31 ‰ et la plus petite 1,78 ‰.

La liste précédente ne manifeste aucune relation entre la proportion de phosphates et la nature du fond ou la teneur en calcaire ; elle laisse cependant ressortir deux faits :

1° La quantité de phosphates est généralement proportionnelle à l'intensité de la vie sur le fond. Ainsi le n° 1 contenant 4,10 ‰ de P^2O^5 est un gravier coquillier ; le n° 2, amas de coquilles et de Serpules vivantes, a été recueilli au sommet d'une cadoule ; le n° 4 à la Bise où les poissons sont très nombreux au moment des chaleurs ou des grands froids. Au contraire, la vase inhabitée de la Méditerranée et les sables voisins du cordon littoral, dont la faune est très pauvre, sont les moins riches en phosphore.

2° Dans une même région, la proportion de phosphore n'offre jamais d'écart brusque : par exemple, de Marseillan à Bouzigues, à des profondeurs de 2,2 à 5,0 m., on trouve successivement de l'ouest à l'est 1,64 ‰, 1,32 ‰, 1,25 ‰, 1,80 ‰ dans la vase sableuse calcaire. Elle paraît, toutes choses égales d'ailleurs, augmenter dans les endroits les plus calmes. Le centre de l'étang est très riche en phosphates relativement à sa faune et parmi les vases sableuses rangées du n° 11 au n° 14, la plus pauvre est située à la plus faible profondeur. Les sables voisins du cordon littoral qui, d'ailleurs, présentent une proportion de phosphore très faible, contiennent un peu d'apatite. Les traces de ce minéral qui existent dans ces fonds ont pu s'ajouter aux phosphates d'origine organique sans avoir jamais beaucoup modifié les résultats. Dans leur ensemble, les sédiments de l'étang de Thau sont beaucoup plus riches en phosphates que ceux de la Méditerranée.

MATIÈRES AZOTÉES. — L'azote des fonds chargés de matières organiques azotées a été dosé à l'état d'ammoniaque. On a analysé quelques sédiments de l'étang, quelques dépôts de deltas et de marécages, une vase et un sable marins et une roche moderne consolidée en une sorte de grès et recueillie sur la plage. Les résultats sont rangés par ordre de teneur décroissante en ammoniaque ; ils donnent, en milligrammes, le poids d'ammoniaque par kilogramme de matière.

1.	St. 97. — Cadoule. P = 7.5 m.	
	Vase calcaire	2750 mmg.
2.	St. 113. — Cadoule. P = 10.0 m.	
	Vase médiocrement calcaire	2740 »
3.	St. 37. — Débouché du canal du Midi. P = 3.0 m.	
	Gravier coquillier avec vase sableuse.....	2625 »
4.	St. 104. — Milieu de Thau. P = 8.5 m.	
	Vase médiocrement calcaire.....	2550 »
5.	St. 42. — Entre Marseillan et Montpenède. P = 3.1 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	2500 »
6.	St. 109. — Région des cadoules. P = 9.5 m.	
	Vase médiocrement calcaire.....	2040 »
7.	St. 93. — En face de Villeroi. P = 7.0 m.	
	Vase sableuse calcaire.....	1875 »
8.	St 77. — Cadoule. P = 5.0 m.	
	Gravier coquillier avec sable vaseux extrêmement calcaire.....	1610 »

9.	St. 59. — En face du port de Balaruc. $P = 4.0$ m. Gravier coquillier avec vase très sableuse très calcaire	1420 mmg.
10.	St. 51. — En face de Montpenède. $P = 3.6$ m. Vase très sableuse, très calcaire	1250 »
11.	St. 124. — Lit du Rieu, près du pont. Vase sableuse calcaire	1200 »
12.	St. 24. — Entre Mèze et Montpenède. $P = 2.5$ m. Vase sableuse calcaire	1100 »
13.	St. 61. — Entre Marseillan et le Plan de l'Air. $P = 4.0$ m. Vase sableuse calcaire	1040 »
14.	St. 63. — Eaux-Blanches. $P = 4.4$ m. Vase sableuse calcaire	1012 »
15.	St. 36. — En face des salines du Quinzième. $P = 3.0$ m. Vase sableuse très calcaire	1005 »
16.	St. 84. — Au nord est du Plan de l'Air. $P = 5.3$ m. Sable vaseux médiocrement calcaire	985 »
17.	St. 114. — Bise. $P = 14.5$ m. Vase sableuse calcaire	930 »
18.	St. 79. — Au sud ouest de Bouzigues. $P = 5.0$ m. Vase sableuse calcaire	805 »
19.	St. 66. — Devant le Port de Bouzigues. $P = 4.5$ m. Vase très sableuse très calcaire	760 »
20.	St. 55. — Plan de l'Air. $P = 3.9$ m. Gravier quartzeux et coquillier avec sable vaseux très calcaire	740 »
21.	St. 23. — Près de Mèze. $P = 2.5$ m. Vase sableuse calcaire	660 »
22.	St. 56. — Plan de l'Air. $P = 3.9$ m. Vase très sableuse très calcaire	560 »
23.	St. 15. — Devant Mèze. $P = 2.2$ m. Vase sableuse calcaire	500 »
24.	St. 123. — Alluvions émergées au fond de la Crique de l'Angle. Vase très sableuse calcaire	460 »
25.	St. 2. — Devant l'embouchure du ruisseau des Félines. $P = 1.4$ m. Vase sableuse calcaire	400 »
26.	St. 21. — Plan de l'air. $P = 2.5$ m. Sable vaseux très calcaire, sur roche	270 »
27.	Lat. = $43^{\circ} 18' 30''$ N. Long. = $1^{\circ} 24' 42''$ E. Méditerranée. $P = 47.0$ m. Vase calcaire	184 »
28.	St. 31. — Plan de l'Air. $P = 2.8$ m. Sable calcaire	96 »
29.	St. 120. — Plage de Bouzigues. Sable très calcaire	72 »
30.	St. 11. — A l'ouest du chateau de Villeroi. $P = 2.1$ m. Sable fin médiocrement calcaire	56 »

31.	St. 4. — Entre le Plan de l'Air et le Cordon littoral. P = 1.5 m.	
	Sable fin médiocrement calcaire.....	50 mmg.
32.	Lat. = 43° 22' 20" N. Long. = 1° 22' 38" E. Méditerranée. P = 23.0 m.	
	Sable calcaire.....	37 »
33.	St. 9. — Près du cordon littoral au voisinage du Barrou. P = 2.0 m.	
	Sable fin médiocrement calcaire.....	36 »
34.	Roche récente de la Méditerranée.....	35 »
35.	St. 1. — Eaux-Blanches. P = 1.2 m.	
	Sable médiocrement calcaire.....	30 »
36.	St. 6. — Devant les salines de Villeroi. P = 1.7 m.	
	Sable fin médiocrement calcaire.....	30 »

La répartition des matières azotées est, d'après les résultats précédents, assez régulière. Les fonds de la Méditerranée, principalement les vases, sont beaucoup plus pauvres en ammoniacque que ceux de Thau. La richesse de ces derniers est la conséquence de l'exubérance de la vie à l'intérieur et autour de l'étang. Mais la répartition de l'ammoniacque dans les divers fonds n'y résulte pas uniquement de la présence d'un plus ou moins grand nombre d'organismes en telle ou telle région. La constitution même du fond est un facteur beaucoup plus important de ces variations. Les matières azotées se concentrent dans les vases par un phénomène d'attraction moléculaire étudié par M. Thoulet (1). Dans un milieu également riche en matière organique, la quantité condensée est d'autant plus considérable que la surface des grains est plus grande pour le même poids de sédiment, c'est-à-dire que les grains sont plus fins. La vase doit en contenir plus que le sable et il en est réellement toujours ainsi dans la Méditerranée comme dans l'étang de Thau. La fixation des matières organiques dans les argiles a été mise en lumière par M. Mazure (2) qui y a trouvé jusqu'à 13 % de matières organiques, tandis que le sable en contenait de 3 à 4 % et le gravier seulement 0,30 %.

Pour calculer à l'aide des résultats des analyses d'ammoniacque (ammoniacque libre et ammoniacque albuminoïde) la teneur en matières organiques azotées, il est généralement admis qu'il faut multiplier par 10 le poids d'ammoniacque albuminoïde. Les chiffres précédents représentant l'ammoniacque totale étant multipliés par 10 donneront par excès des nombres variant entre 2,75 % et 0,03 % de matières azotées.

TRAITEMENT PAR L'ALCOOL ET PAR L'ÉTHÉR. — Tous les fonds traités à chaud par l'alcool ont cédé de la chlorophylle et abandonné une partie des matières grasses qu'ils contenaient. La coloration verte est masquée par une couleur brun-foncé d'autant plus intense que le fond est plus riche en restes d'animaux. Le minimum d'extrait (0,25 %) et la coloration verte la plus pure s'observant dans un sable fin à grains minéraux (St. 19); le maximum (0,90 %) et la coloration la plus brune dans une vase du milieu des Eaux-Blanches (St. 85). Les résultats du traitement par l'éther concordent avec ceux obtenus

(1) J. THOULET. *Attraction s'exerçant entre les corps en dissolution et les corps immergés*. Compte-rendu Acad. Sc., t. XCIX, p. 1072, et t. C, p. 1002, 1885.

(2) MAZURE. *Revue des Sociétés savantes*, 1867, II, p. 327.

avec l'alcool, le minimum (0,09 %) et l'extrait le plus jaune et le plus huileux se rapportant également à la Station 19, le maximum (0,30 %) et l'extrait le plus brun et le plus graisseux, à la Station 85 ; le rapport des matières organiques extraites par l'alcool à celles extraites ensuite par l'éther reste toujours voisin de 3. On voit donc que la vase noire fixe non seulement des matières albuminoïdes, mais aussi des graisses d'origine animale.

CONCLUSIONS DE L'ANALYSE MINÉRALOGIQUE. — Les minéraux reconnus sont très nombreux. Comme les grains sont examinés au microscope après traitement par l'acide chlorhydrique étendu, la calcite et l'aragonite ont entièrement disparu. Il en est de même de la dolomie sauf dans le cas où elle est très siliceuse et par conséquent moins facilement décomposée. La solution chlorhydrique étant très diluée, l'attaque demeurera superficielle pour les minéraux moins aisément décomposables que les carbonates et la plupart des grains resteront inaltérés.

A l'exception de la conchite (1), de la calcite et de l'aragonite qui sont surtout l'œuvre des organismes, les espèces minérales trouvées dans les sédiments de l'étang sont d'origine détritique et existaient primitivement dans les roches des environs. En raison de la violence du vent, la déflation joue un rôle relativement important ; les produits d'érosion des eaux courantes et d'abrasion marine dominent toutefois.

Il est dans certains cas possible de reconnaître à la forme et à l'aspect des grains les conditions de leur dépôt. A quelque distance de la côte continentale, beaucoup de minéraux ont les creux de leur surface incrustés de limonite, alors que l'ensemble du fond n'en contient presque pas. C'est donc qu'arrachés par érosion ou par abrasion aux falaises où les eaux d'infiltration les avaient incrustés, ils se sont rapidement déposés dans des régions calmes avant que leur enveloppe ferrugineuse, dont la teinte se distingue nettement de celle de la vase sableuse grise qui les entoure, ait eu le temps de disparaître par frottement. Près du cordon littoral, la forme assez arrondie des grains, la netteté de leur surface montrent qu'ils ont été longtemps usés et roulés les uns contre les autres.

Les minéraux fournis par les massifs basaltiques voisins font partie pour la première fois d'un terrain sédimentaire. Les autres, beaucoup plus nombreux, arrachés à des couches sédimentaires antérieures ont subi de multiples remaniements. Le brassage continu qui s'opère disperse les minéraux autour des points où ils ont pris naissance et en élimine un grand nombre par fragmentation, usure, dissolution et décomposition. La durée d'un minéral est proportionnelle à sa dureté et à sa résistance aux actions chimiques. Le zircon, la tourmaline, le rutile et le grenat, assez communs dans les roches cristallines, durs, difficiles à attaquer, existent dans la plupart des sédiments actuels et anciens (2) ; souvent même ils demeurent en cristaux intacts après plusieurs remaniements.

(1) On a appelé conchite une variété de carbonate de chaux particulière à la coquille des Mollusques, plus soluble et moins réfringente que la calcite.

(2) Voir les analyses de :

MURRAY et RENARD. *Deep sea Deposits*. Reports of the scientific Results of the exploring voyage of the H. M. S. Challenger, 1873-79 ;

WICHMANN. *Turmalin als authiniger Gementheil von Sanden*. Neues Jahrb. für Mineralogie, 1880, vol. 2, p. 294 et suivantes ;

KEDGERS. *Über die mineralogische und chemische Zusammensetzung der Dünenande Hollands und über*

Une espèce à la fois commune et très altérable offrira donc une aire de dispersion très limitée. L'olivine, bien que directement enlevée aux basaltes, est rare même dans leur voisinage. L'augite et les pyroxènes sont moins communs qu'on eût pu le supposer parce qu'ils se transforment rapidement par serpentisation en une terre verte. Les cristaux mis à nu sur les tranchées s'effritent en quelques années.

Les minéraux les plus facilement altérables donnent les meilleures indications. Leur présence ne peut s'expliquer que par un renouvellement incessant ou par une sédimentation assez active pour les protéger contre toute attaque physique ou chimique. Rarement ils serviront d'éléments constitutifs à une roche sédimentaire postérieure. Tandis, par exemple, que le mica doit être très abondant pour indiquer la proximité de schistes cristallins et peut toujours provenir de terrains antérieurs, la présence d'olivine annonce toujours le voisinage immédiat de basaltes ou de roches à péridot.

Les fonds de l'étang analysés présentent des différences et des ressemblances qui permettent de les grouper. Comme les courants sont presque nuls dans Thau, on n'y constatera point la même uniformité que dans la mer et la composition minéralogique des fonds y dépendra plus étroitement de celle des roches exondées les plus proches.

Quelques minéraux (andalousite, disthène, rutile), tous assez rares, sont localisés près de la côte continentale. La tourmaline violette et le zircon s'y montrent seulement plus répandus qu'ailleurs. Le zircon est représenté par des grains cassés, des cristaux arrondis à arêtes émoussées et plus rarement par des cristaux allongés. La première forme a été depuis longtemps regardée comme caractéristique des gneiss, la seconde des microgranites (1). Or, les gneiss et les schistes micacés sont abondants dans la montagne Noire et les Cévennes et l'existence de microgranites a été reconnue au mont Aigoual. Les fonds de la bordure nord-ouest sont très ferrugineux et souvent chargés de limonite. L'aspect de quelques minéraux (mica vert, actinote, glaucophane, serpentine, chlorite, feldspath) laisse supposer une décomposition partielle. La constitution minéralogique est analogue à celle des falaises voisines, bien qu'on rencontre quelques espèces basaltiques dont la proportion augmente à mesure qu'on s'avance vers Agde. Dans la région orientale de Thau, les minéraux qui caractérisent les sédiments des falaises côtières s'étendent à une faible distance du bord. Dans la région occidentale, on les retrouve jusque sur le lido où ils ont été apportés par l'ancien Hérault.

La partie comprise entre Montpenède, le Plan-de-l'Air et l'entrée du canal du Midi est riche en minéraux basaltiques. L'augite, le péridot et le labrador imprégné de magnétite n'y sont pas rares ; en un point (St. 55), on a même noté de l'obsidienne.

Près du lido, les fonds ont la même constitution minéralogique que les sables exondés. La variété, la fraîcheur des minéraux, usés et non altérés, y atteignent leur maximum.

die Wichtigkeit von Fluss-und-Meeres-Sand-Untersuchungen in Allgemeinen. Neues Jahrb. für Mineral. Geologie und Paläontologie, 1895, vol. 1, p. 16 ;

C. SCHMIDT in FOREL. *Le Léman, Monographie limnologique*, vol. I, pp. 129 et 130 ;

CAYEUX. *Contribution à l'étude minéralogique des terrains sédimentaires.* Mémoires de la Société Géologique du Nord, t. IV, 1897.

(1) KRUSTSCHOFF. *Beitrag zur Kenntniss der Zirkone in Gesteinen.* Min. und Petr. Mittheilungen von Tschermak. Neue Folge, 1886, vol. VII, pp. 423-441.

Les sédiments contiennent des espèces basaltiques (surtout augite et magma basaltique en grains roulés), d'autres arrachées aux collines à l'est du mont de Cette (en particulier la dolomie), d'autres enfin venant du Rhône (grenat, actinote, glaucophane, malacolite, tourmaline verte, serpentine, chloritoïde, chlorite, quartz cristallin rosé, orthose).

Les minéraux qui caractérisent le cordon littoral (augite, péridot, dolomie, serpentine, etc.) sont assez communs jusqu'au milieu des Eaux-Blanches. Cette portion de Thau est la plus uniforme comme constitution minéralogique à cause des courants du canal de Cette et du canal des Etangs ainsi que des travaux effectués depuis la fin du ^{xvii}e siècle. La présence, en plusieurs points des Eaux-Blanches, de fragments anguleux de péridot indique un apport par le vent du nord-est de poussières venant de Grabels et de Maguelone.

Le centre du Grand-Etang est pauvre en minéraux. Des grains anguleux d'augite et des fragments de magma basaltique et de dolomie y ont été amenés sans doute par déflation. En un point on a trouvé de la fluorine. La plupart des minéraux y proviennent des falaises septentrionales. Contrairement à ce qui se passe dans la mer à peu de distance, le mica, commun dans les roches qui bordent l'étang, est rare dans les parties centrales plus profondes et plus calmes. Les lamelles de biotite verte, déjà primitivement altérée, sont peut-être décomposées au contact des sulfures de la vase.

LES CADOULES (1).— Dès 1824, Creuzé de Lesser fait remarquer la présence, entre le rocher de Roquerols et Mèze, de petites élévations ou *cadoules* constituées, d'après lui, par une argile très ferme et dont le sommet s'élève à 6 ou 7 mètres, tandis que tout autour on trouve de 8 à 11 mètres d'eau.

Les cartes de la Marine, nos 5172 et 10059, ainsi que les « Instructions nautiques » signalent dans le sud-ouest de la pointe de Balaruc, sur une longueur de plusieurs milles, des fonds très inégaux où s'élèvent des « aiguilles madréporiques » dont la tête la moins couverte est à 2 mètres au-dessous des basses eaux. D'après M. Gourret (2), la vase, qui « constitue des dépôts noirâtres corrompus, presque morts ou dépeuplés, au « centre des Eaux-Blanches... est davantage sableuse et résistante dans Thau où elle « tapisse des monticules pierreux distribués avec un certain ordre et que les pêcheurs « cettois dénomment les tos ». Les tos sont, d'après M. Pavillard (3), des protubérances calcaires d'origine énigmatique; enfin, M. Calvet (4) a récemment indiqué la structure des cadoules, « agglomérations de tubes calcaires de Serpules et d'Hydroïdes dans les interstices desquels se déposent des sables et des débris de coquilles plus ou moins importants, dont l'ensemble forme un fond plus ou moins dur ». On donne à ces fonds, dans

(1) VOY. SUDRY. *Sur un genre particulier de fond marin dans l'étang de Thau*. Bull. Inst. Océan. de Monaco, n° 130, 24 déc. 1908.

(2) PAUL GOURRET. *Les étangs saumâtres du midi de la France et leurs pêcheries*. Annales du Musée d'Hist. nat. de Marseille, Zoologie, t. V, 1897.

(3) J. PAVILLARD. *Recherches sur la flore pélagique (Phytoplankton) de l'étang de Thau*. Montpellier, 1905.

(4) LOUIS CALVET. *Sur le creusement d'un des Graus dits des Onglous en vue de régulariser les conditions physico-chimiques des eaux de l'Etang de Thau*. V^e Congrès national des pêches maritimes des Sables d'Olonne 1909. 1^{re} Section, p. 3.

le pays, le nom de « fonds de pilotis » ou « fonds vifs » ; on appelle « cadoules » les aiguilles isolées et « planières » les fonds de pilotis qui s'étendent en surface sans s'élever en hauteur.

La faible étendue des cadoules rend leur recherche assez pénible, bien qu'on puisse souvent profiter pour les découvrir de ce que les pêcheurs viennent y récolter des huîtres et des clovisses. Leur nombre est considérable. Il en existe certainement plusieurs centaines et une carte, même à grande échelle, ne pourrait les mentionner toutes. Elles occupent seulement la partie orientale de l'étang, entre Bouzigues, Mèze et les Salines de Villeroi. Leur aire de répartition coïncide à peu près avec celle de la vase proprement dite. Elles forment des monticules isolés au milieu de la vase qui les environne par des profondeurs de 9 à 10 mètres, les plus grandes de l'étang. La partie occidentale de Thau, moins profonde, recouverte d'une vase sableuse coquillière, ne possède ni cadoules ni fonds de pilotis. De même, les Eaux-Blanches, moins profondes que le Grand-Etang et occupées surtout par de la vase sableuse, ne présentent pas cette formation spéciale. Dans la région centrale et orientale de l'étang où s'élèvent les cadoules, leur distribution n'est pas uniforme. Elles sont particulièrement abondantes le long d'une ligne allant de la pointe de Balaruc jusqu'à 3 milles et demi vers le sud-ouest, parallèlement au grand axe de l'étang. En face du château de Villeroi et en face du mont de Cette, on en rencontre de très nombreuses au nord de cette ligne. Leur groupement rappelle quelque peu dans son ensemble la forme d'un fer à cheval.

Les embarcations des pêcheurs demeurant tout le jour immobiles au-dessus des cadoules donnent une idée de leur nombre et de leur disposition. On en comptait, le 14 septembre 1908, plus de cinquante en face du château de Villeroi : treize, à des intervalles assez rapprochés, occupaient les sommets de treize cadoules différentes ; six autres, se touchant presque, exploitaient une même cadoule d'étendue exceptionnelle ; il est rare cependant qu'il y ait plus d'une embarcation par cadoule. La plus grande partie de Thau étant visible du sommet du mont de Cette, la photogrammétrie ou le tachéographe Schrader (1) permettraient peut-être de relever la position des embarcations des pêcheurs et, par suite, des fonds de nature particulière exploités par eux.

Il existe tous les intermédiaires entre les aiguilles des cadoules et les planières, fonds presque plats, profonds de 6 à 7 mètres. Les cadoules, de 4 à 7 mètres au-dessus de la vase, ont souvent moins de 2 ares de superficie ; leur pente dépasse donc souvent 30°. Les planières sont plus étendues : celle de Mèze, située à un mille environ vers l'est du port de ce nom, a pu être draguée sur 100 mètres.

Dans les instructions nautiques, les cadoules sont désignées sous le nom d'aiguilles madréporiques parce que les hydrographes et les marins appellent madrépores les organismes calcaires autres que les coquilles. Ces fonds sont formés par une agglomération de Serpules dont les tubes calcaires enchevêtrés servent de supports et d'abri à une riche faune de Mollusques, d'Echinodermes et d'Ascidies. M. Soulier (2) avait déjà signalé

(1) F. SCHRADER et CH. SAUERWEIN. *Sur l'emploi du tachéographe Schrader pour les travaux d'hydrographie*. Bulletin du Musée océan. de Monaco, 1904.

(2) ALBERT SOULIER. *Etudes sur quelques points de l'anatomie des Annélides tubicoles de la région de Cette*. (Secrétion du tube et tube digestif). Montpellier, 1891.

des formations analogues dans les canaux de Cette. « Les tubes calcaires d'Hydroïdes entre-
« mêlés avec ceux des Serpules recouvrent en certains points les parois des quais et des
« pilotis... Les parties postérieures sont plus ou moins entrelacées et soudées entre elles
« et forment une masse compacte de laquelle il est difficile de détacher les tubes sans les
« détériorer. » Ainsi s'explique peut-être le nom de fond de pilotis.

Il résulte des analyses que le sol des cadoules est constitué de la façon suivante :

Au sommet se trouve un gravier de coquilles entières et brisées avec quelques tubes de Serpules, mélangé à une forte quantité de sable vaseux gros, extrêmement calcaire, de coquilles entières et surtout brisées. Un faible proportion de vase sulfureuse, noire et fétide, est mêlée au sable coquillier. Une partie de la vase est agglutinée en globules, excreta des Serpules et quelques Mollusques, ayant environ un tiers de millimètre de diamètre, s'écrasant difficilement sous le doigt, non désagregés par l'acide chlorhydrique, mais cédant mieux à l'action prolongée de la potasse ; leur ciment est surtout organique et siliceux. Lorsqu'on traite par l'acide chlorhydrique étendu le sable vaseux d'une cadoule, une mousse persistante très épaisse témoigne de sa richesse en matières albuminoïdes. Après attaque, il ne reste plus que quelques centièmes d'argile et moins d'un demi centième de minéraux en grains de toutes grosseurs. Au milieu de fragments de coke, de houille, de briques et de scories, le quartz domine, mélangé à des minéraux, les uns tombés des embarcations, les autres analogues à ceux du cordon littoral.

Sur les flancs de la cadoule, le gravier est composé de tubes calcaires de Serpules auxquels sont attachés des Phallusies et de nombreux Lamellibranches aux deux valves presque entièrement recouvertes de jeunes Serpules. Les vides que laissent entre eux les tubes sont remplis par une vase très calcaire. Après attaque à l'acide chlorhydrique, on obtient comme résidus quelques dixièmes d'argile et quelques millièmes de minéraux.

Au pied de la cadoule, on recueille une vase calcaire avec un peu de gravier coquillier dont toutes les coquilles sont entières. La vase laisse comme résidu après acide 60 % environ d'argile et une faible proportion de minéraux.

Les planières, comparables aux flancs des cadoulés, sont couvertes de tubes calcaires d'Annélides et de coquilles de Mollusques. Entre les cadoules, la vase proprement dite du milieu de l'étang est relativement pauvre en gravier. Après l'acide, il reste 75 % environ d'argile et à peine quelques millièmes de grains minéraux. Plus près du cordon littoral, la proportion de minéraux augmente sur les cadoules et dans la vase.

Les Serpules qui ont édifié une cadoule ont dû commencer à se développer sur des pierres ou sur des coquilles à demi enfouies dans la vase. La partie centrale de l'agglomération des tubes, plus éloignée de la vase, s'est accrue plus rapidement que les bords, de sorte que l'ensemble a pris une forme plus ou moins conique. La vase voisine, les minéraux en suspension dans l'eau agitée, les débris tombés des embarcations, les coquilles, les tubes brisés ont comblé les intervalles vides, si bien que la vase est plus abondante à la base, le sable au sommet. La présence, au sommet, d'un grand nombre de coquilles brisées, alors que les flancs en sont presque dépourvus, provient de ce que les pêcheurs promènent de bas en haut leurs *arselières* (sortes de rateaux à filet), et ramènent ainsi à la partie supérieure les débris mélangés à des coquilles entières.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES SÉDIMENTS DE L'ÉTANG DE THAU. — Les diverses catégories de fonds se succèdent avec régularité à peu de distance les unes des autres : les sables dominent aux faibles profondeurs et surtout du côté de la mer, les vases dans les régions les plus profondes et les plus calmes. Les différences de composition minéralogique entre la partie voisine de la mer et celle voisine du continent se montrent en général notables. Les proportions de lourds et de légers attirés sont sujettes à des variations d'une amplitude plus considérable que dans la Méditerranée voisine. La teneur en matières organiques est très élevée. Les dépôts manifestent une réduction énergique et même la formation, impossible dans les lacs dont les eaux ne contiennent pas de sulfates, de sulfures qui attaquent le calcaire.

La différence essentielle entre les sédiments de Thau et les dépôts méditerranéens voisins consiste dans l'accumulation d'êtres vivants et de substances organiques dans le bassin intérieur de l'étang. Les sables marins et ceux de Thau se distinguent surtout d'après les minéraux et les coquilles qu'ils contiennent. Les vases, qui fixent les matières organiques, ont une constitution entièrement différente dans la mer et dans l'étang. La vase de la Méditerranée, masse argilo-calcaire grise à la surface, plus bleue à quelques décimètres de profondeur, est une marne typique presque identique aux marnes micacées miocènes où la couleur bleue (1) passe insensiblement vers le haut des strates au verdâtre et au gris.

La vase de Thau est tout autre à cause des modifications que les organismes benthiques lui ont fait subir. C'est une sorte d'humus riche en débris végétaux et animaux et qui a traversé maintes fois le tube digestif de Vers et de Mollusques. Elle diffère de l'humus surtout par la présence de sulfures qui proviennent d'une réduction par les substances organiques des sulfates de l'eau de mer. Les résultats de Darwin sur le rôle des vers de terre peuvent être rapprochés des expériences de Viallanes (2) sur les Mollusques et des remarques de M. Soulier (3) sur les Serpules. Les animaux benthiques se nourrissant de vase engluent les particules argileuses d'un mucus qui réagit sur les sels dissous dans l'eau de mer pour précipiter un ciment de carbonates et de silicates (4). Des globules de densité inférieure à celle du quartz, inattaquables à l'acide chlorhydrique et paraissant formés de vase agglutinée, avaient déjà été signalés par M. Pruvot (5) dans un sédiment du golfe du Lion riche en Serpuliens et en Mollusques. Des recherches ultérieures montreraient qu'il existe sans doute des différences dans la forme et dans la composition des globules provenant des Serpules et des diverses espèces de Mollusques.

(1) Marcel de Serres avait fait depuis longtemps observer que les couches inférieures de ces marnes sont les plus bleues. — MARCEL DE SERRES. *Géognosie de terrains tertiaires du Midi de la France*. Paris et Montpellier, 1829, p. 74.

(2) VIALLANES. *Recherches sur la filtration de l'eau par les Mollusques et applications à l'Ostréiculture et à l'Océanographie*. Compte-rendu de l'Acad. des Sc., 7 juin 1892.

(3) SOULIER. *Etudes sur quelques points de l'anatomie des Annélides tubicoles de la région de Cette*. (Secrétion du tube et du tube digestif.) Montpellier, 1891.

(4) NATTERER. *Zur Chemie des Meeres*. Wien und Leipzig, Braumüller, 1892, p. 28.

(5) PRUVOT. *Essai sur la topographie et la constitution des fonds sous-marins de la région de Banyuls, de la plaine du Roussillon au golfe de Rosas*. Archives de Zoologie expérimentale et générale, 1894, p. 659.

IV

LES EAUX

Conditions météorologiques. Insolation; température; état hygrométrique; pression atmosphérique; vents; pluies. Apports d'eaux douces et d'eaux saumâtres. Évaporation. — *Les eaux marines et les courants devant Cette.* — *Courants des canaux de Cette.* Historique; causes des courants; vitesses calculées; mesures; régime des courants; leurs effets. — *Les eaux de l'étang.* Température. Densité. Composition chimique. Coloration. Transparence. — *La source de la Bise.* Historique; topographie; température; composition; origine; nature du fond. — *Régime hydrographique de l'étang de Thau.*

A. Conditions météorologiques.

Les variations de température et de densité des eaux, l'évaporation, le sens et la vitesse des courants dépendent des conditions météorologiques; c'est pourquoi nous ferons précéder l'étude des eaux de Thau, masse peu profonde et d'un faible volume, soumise aux vicissitudes atmosphériques, d'un exposé succinct de la météorologie de la région (1).

INSOLATION, NÉBULOSITÉ. — La fraction d'insolation pendant l'année moyenne reste voisine de 0,52; la valeur de la nébulosité est par conséquent 4,8. A un jour couvert correspondent trois jours nuageux et deux jours sereins. L'insolation est donc considérable.

TEMPÉRATURE. — La température moyenne à Cette (2) est voisine de 13°7. La différence entre le maximum absolu (37°8 en moyenne) et le minimum absolu (— 8°5 en moyenne) atteint 46°3. Le climat d'Agde, plus doux et moins excessif, est caractérisé par

(1) *Observations de Doumet-Adanson à Cette, continuées par Houdaille.* Bulletin météorologique de l'Hérault. *Météorologie par Crova, Houdaille, Duponchel* (1892). Géographie générale du département de l'Hérault, publiée par la Société languedocienne de Géographie, t. I, 2^e fascicule.

ROCHE. *Recherches sur la météorologie et les météorologistes à Montpellier du dix-huitième siècle à nos jours*, 1898.

Instructions nautiques. Mer Méditerranée. Côtes sud de France et côte de Corse, 1904, p. 15.

(2) Nombres calculés d'après deux séries d'observations citées dans la *Géographie générale du département de l'Hérault*, t. I, 2^e fascicule, p. 313.

une moyenne de 14°7 et une différence de 42°0 entre le maximum absolu (36°0) et le minimum absolu (—6°0). La courbe des températures moyennes mensuelles présente un maximum en juillet, un minimum en janvier ; la différence entre les deux mois extrêmes n'atteint généralement pas 20°. L'oscillation diurne de la température, égale à 8°4 à Agde et à 10°0 à Cette, augmente en été et diminue en hiver ; l'amplitude totale demeure, dans les moyennes mensuelles, inférieure à 12°0 et supérieure à 8°5 pour les années normales.

ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. — L'humidité relative est voisine de 70 avec minimum en été et maximum en hiver. Les vents marins relèvent le degré hygrométrique ; les vents de terre l'abaissent.

PRESSIION ATMOSPHÉRIQUE. — A Cette comme à Montpellier, la pression moyenne élevée en hiver décroît au début du printemps. Après un second maximum moins prononcé en été, les mois d'automne fournissent des moyennes faibles et assez irrégulières.

RÉGIME DES VENTS. — Les basses pressions correspondent aux vents du N et du N-W (vents de terre) ; les hautes pressions aux vents du S et de l'E (vents marins).

La vitesse moyenne annuelle (1) se rapproche de 4,5 m par seconde. Les vents les plus violents s'observent en décembre et soufflent du N et du N-N-W. Au printemps, les bourrasques venues de l'Atlantique amènent des orages. Des calmes relatifs correspondent aux mois d'été et d'automne.

Les fréquences vont en décroissant à partir du N-W vers le N, l'E, etc. Les vents du S et du S-E sont beaucoup plus fréquents au large que près de terre : ils ne se font sentir sur la côte que lorsqu'ils sont très forts (2).

Les vents violents de terre descendent des Pyrénées, du plateau Central et des Alpes vers le bassin plus chaud de la Méditerranée. Ils règnent 140. jours par an environ et dominant surtout en novembre, décembre, janvier et février. Les vents du large ne sont accentués qu'un peu plus de 40 jours par an et particulièrement au printemps.

Pendant les périodes de calme relatif, la brise de terre souffle le matin, la brise de mer le soir. La direction oscille lentement, les vents du sud l'emportant sur ceux du nord par la durée pendant laquelle ils soufflent et par leur vitesse qui, dans ces conditions, n'atteint pourtant jamais 5 mètres.

On note chaque année 11 jours seulement absolument calmes.

Le changement de direction des vents pendant l'année est analogue à leur rotation diurne : vents du N pendant la période froide, vents du S pendant la période chaude du jour et de l'année (3).

La résultante annuelle est le N-N-W sur la côte ; elle est certainement différente au large où les vents du S-E et du S sont plus fréquents.

(1) *Géographie générale du département de l'Hérault*, t. I, 2^e fasc., pp. 328-333.

(2) *Instructions nautiques*. Mer Méditerranée 1904, p. 3.

(3) *Géographie générale du département de l'Hérault*, t. I, 2^e fasc., p. 333.

PLUIES. — Les vents du N et du N-W accompagnés de hautes pressions sont secs et froids ; ceux du S et de l'E, chauds et humides, coïncident avec de basses pressions : ils amènent les plus grandes précipitations atmosphériques.

La chute d'eau annuelle est assez variable, même en des localités voisines situées à la même altitude (Montpellier, alt. 45 m, 745 mm ; Cette, alt. 22 m, 513 mm ; Agde, alt. 9 m, 449 mm) (1). La pluie, qui atteint de 600 à 700 mm par an (2) dans le bassin de Thau, se déverse en plus grande quantité sur les premières collines du continent qu'à Cette même. D'après Roche, depuis le milieu du XVIII^e siècle jusqu'à nos jours, la chute d'eau moyenne de plusieurs années est demeurée la même. Les années de sécheresse exceptionnelle sont compensées par des années pluvieuses. Le déboisement influerait seulement sur le nombre des jours de pluie (descendant à 70 par an) et sur le régime des eaux courantes.

La répartition mensuelle des pluies est sujette à des variations extrêmes. Il pleut peu et rarement en été, davantage au printemps et surtout en automne. Le régime est caractérisé par l'énorme quantité d'eau qui peut tomber en très peu de temps, généralement par les vents d'E ou du S. « Les pluies donnant 150 à 200 mm en un jour ne doivent pas être considérées comme exceptionnelles (3). » En 6 heures, le 11 octobre 1862, Roche a constaté une chute de 220 mm, soit 37 mm à l'heure. Pendant l'automne de 1907, les bassins de l'Hérault et de Thau ont reçu en un jour jusqu'à 250 et 280 mm. Les pluies de petite intensité sont rares.

APPORTS D'EAUX DOUCES ET D'EAUX SAUMÂTRES. — Les pluies tombées sur une surface de plus de 35000 hectares alimentent l'étang de Thau. On a vu que la chute d'eau annuelle, moins élevée à Agde qu'à Cette et surtout que sur les collines de la Moure et de la Gardiole, est en moyenne de 650 mm. La surface de 7100 hectares indiquée précédemment pour l'étang correspond à un niveau de 7 cm inférieur au zéro du marégraphe de Cette. En réalité la nappe d'eau salée se maintient en moyenne à +335 mm et couvre 7500 hectares environ : elle reçoit directement 49 millions de mcb d'eau douce. Le reste du bassin versant en reçoit 180 millions. La perte d'eau par évaporation qui d'ordinaire absorbe les deux tiers ou les trois quarts des eaux (4) amenées sur le sol par les précipitations atmosphériques est ici, malgré l'élévation de la température et la fréquence des vents, extrêmement limitée et la proportion est renversée. Il en est de même dans tout le Midi de la France : d'après Murray (5), le rapport entre le débit d'un fleuve à son embouchure et la quantité annuelle de pluie tombée sur son bassin tout entier est maximum pour le Rhône ($\frac{1}{1.6}$ ou 62.5 %) (6). La proportion doit être encore plus élevée

(1) Moyenne des années 1874-1888. *Géographie générale du département de l'Hérault*, t. I, 2^e fasc., p. 339.

(2) La chute moyenne à Cette a été trouvée égale à 703 mm par DOUMET-ADANSON pour la période 1854-1870, in ROCHE, *loc. cit.*

(3) ROCHE, *loc. cit.*

(4) DE LAPPARENT. *Traité de Géologie*, 3^e édit., 1893, p. 154.

(5) DE LAPPARENT, *loc. cit.*

(6) La valeur considérable de ce rapport pour un grand fleuve comme le Rhône, dont les eaux ne parviennent à la mer qu'après un temps fort long, semble confirmer la théorie d'après laquelle l'eau des sources et des cours d'eau proviendrait non seulement des infiltrations, mais aussi d'une condensation par le sol de la vapeur d'eau atmosphérique.

pour le bassin versant de Thau parce que le chemin à parcourir est plus faible ; un rapport de 70 % correspond à un débit d'eau douce de 130 millions de mcb environ. La majeure partie de la pluie qui tombe par chutes abondantes et espacées parvient directement à l'étang en quelques heures. Malgré l'évacuation, l'élévation de niveau de l'étang à la suite d'une pluie torrentielle peut atteindre plusieurs décimètres en moins d'une journée. La figure 6, qui reproduit le tracé des marégraphes de Cette le 16 octobre 1907, montre une élévation de 1 décimètre en moins de quatre heures, après un orage.

L'évaporation n'a pas le temps de s'exercer et peu d'eau s'infiltre (1) : telle est la cause de l'absence presque complète de ruisseaux permanents. L'Avène, le Joncas, le Soupriers conservent en été un maigre filet d'eau. Seul, l'Issanka a un débit à peu près constant, un peu diminué pourtant depuis que la source qui lui donne naissance alimente la ville de Cette en eau potable. Les eaux déversées par le canal de vidange des bains de Balaruc sont légèrement minéralisées (densité de 1.00750 à 1.00799) ; le débit, réglé par l'établissement thermal, reste inférieur à 100000 mcb par an. A l'est des Eaux-Blanches, au-delà de la voie du chemin de fer, la « Citerne d'Embressac » laisse couler vers l'étang un peu d'eau douce. L'eau de cette source recueillie au printemps avait une température de 15° 6, une densité à 0° de 1.00031 et une chloruration de 0.17. Enfin la Bise déverse dans la crique de l'Angle une quantité considérable d'eau presque douce. Les apports du canal de Midi et de celui des Étangs contribuent à augmenter la quantité d'eau douce ou à peine saumâtre qui parvient à l'étang de Thau. Pendant la saison des pluies, le canal du Midi, en temps de crue de l'Hérault, laisse s'écouler vers l'étang une partie des eaux de ce fleuve qui déborde même et inonde la plaine basse voisine de Marseillan. Pendant l'été, il sert plutôt d'émissaire ; l'eau y est un peu moins dense que dans l'étang lui-même mais l'est pourtant suffisamment pour alimenter les salines de Bagnas. Le canal des Étangs, par les grandes pluies, joue le rôle de tributaire et amène dans la partie orientale des Eaux-Blanches le trop plein des eaux saumâtres des lagunes. Pendant la saison sèche, il alimente ces mêmes lagunes que l'évaporation dessècherait. Enfin, comme il est relié au port de Cette par un canal de jonction, il peut aider aux échanges entre Thau et la mer. Les échanges d'eau entre les étangs et les lagunes se font aussi par les ouvertures ménagées dans le remblai du chemin de fer de Cette à Montbazin. Le canal de Villeroi sert uniquement à alimenter les salines. Quant à l'ensemble des canaux du port de Cette qui relie Thau à la mer, il en sera parlé plus loin.

L'étang reçoit donc directement à sa surface, par les pluies, 49 millions de mcb d'eau, par les torrents et les ruisseaux 130 millions environ ; il faut y ajouter le débit des sources issues de nappes profondes et les eaux à peines saumâtres venues du canal des Étangs ou amenées de l'Hérault par le canal du Midi. Au total, l'apport d'eaux douces atteint environ 180 millions de mcb par année moyenne.

(1) La condensation de l'humidité atmosphérique dans le sol ne doit pas être non plus très considérable à cause de la valeur relativement faible du degré hygrométrique.

ÉVAPORATION. — La couche d'eau transformée en vapeur et disparaissant en un an à Montpellier est de 2.088 m mesurée à l'évaporomètre Piche (1) : Hiver, 321 mm — Printemps, 528 mm — Été, 802 mm — Automne, 437 mm.

Sur l'étang de Thau où l'état hygrométrique est légèrement plus élevé qu'à Montpellier, l'évaporation est probablement un peu moindre.

Une nappe d'eau salée perd moins d'eau par évaporation qu'une nappe d'eau douce (2). Dieulafait a établi que le rapport de la hauteur d'eau de mer disparue à la hauteur d'eau douce disparue dans les mêmes conditions était de 0.965 (3). D'après lui, l'évaporation en mer est plus considérable qu'on ne le croit d'ordinaire : il est arrivé à cette conclusion que dans la région des embouchures du Rhône, aux Saintes Maries, l'eau de mer séparée de toute terre par plus de 20 km d'étangs et de marais perdait par évaporation 2.200 m par an (4). Ce chiffre peut être rapproché de celui de 2.280 m pour l'eau douce mesuré à l'évaporomètre à Orange. Leur rapport est précisément 0.965.

En multipliant par le coefficient 0,965 les résultats obtenus expérimentalement pour l'évaporation de l'eau douce à Montpellier, ville qui n'est pas très éloignée de l'étang de Thau, on voit que la couche d'eau salée évaporée chaque année doit être voisine de 2 m avec une hauteur journalière moyenne d'environ 3,5 mm en hiver, 5,7 mm au printemps, 8,6 mm en été et 4,7 mm en automne. La nappe d'eau de l'étang, qui couvre une aire de 7500 hectares, perd donc par évaporation 150 millions de mcb environ.

Il existe une relation entre l'évaporation, la chute de pluie, le volume d'eau mis en mouvement par les courants des canaux de Cette, la densité de l'eau de mer et celle de l'eau de l'étang.

Appelons V le volume des eaux apportées et V' celui des eaux emportées par les courants du port, ν la quantité d'eau douce parvenant à l'étang et ν' la quantité d'eau évaporée, D la densité moyenne de l'eau méditerranéenne que reçoit l'étang et d la différence moyenne entre la densité de l'eau qui entre et de l'eau qui sort.

On peut écrire que, après une année normale, le volume de l'eau de l'étang est resté le même,

$$V - V' + \nu - \nu' = 0 \quad [1]$$

et, d'autre part, que l'eau a gardé la même concentration, c'est-à-dire que son poids n'a pas changé,

$$V D - V' (D - d) + \nu - \nu' = 0 \quad [2]$$

(1) *Géographie générale du département de l'Hérault*, t. I, 2^e fasc., p. 337.

(2) Les lois de la tonométrie permettent de calculer le rapport entre la tension de vapeur de l'eau pure et celle d'une solution de concentration connue (par exemple une eau de mer). On obtient ainsi, indirectement, le rapport entre l'évaporation d'une nappe d'eau de mer et celle d'une nappe d'eau douce. Le calcul conduit, pour toutes les eaux de mer, à des nombres de très peu inférieurs à l'unité.

(3) DIEULAFAIT. *Évaporation comparée des eaux douces et des eaux de mer à divers degrés de concentration. Conséquences relatives à la mer intérieure de l'Algérie*. Compte rendu Acad. Sc., T. 96, année 1883, p. 1658.

(4) DIEULAFAIT. *Évaporation de l'eau de mer dans le Sud de la France et en particulier dans le delta du Rhône*. Compte rendu Acad. Sc., T. 96, année 1883, p. 1789.

On tire de ces deux égalités :

$$\frac{V'd}{D-1} = \nu - \nu' \quad [3]$$

La valeur approximative de V' est, comme on le verra plus loin, 500 millions de mcb environ. La quantité d'eau douce parvenant à l'étang ν a une valeur voisine de 180 millions de mcb et l'évaporation ν' de 150 millions de mcb environ. La densité moyenne de l'eau que reçoit l'étang est inférieure à celle de la Méditerranée : lorsqu'en effet, le courant vient de cesser d'aller à la mer, il faut que les canaux se vident avant que les eaux méditerranéennes parviennent à l'étang de Thau. Pour un motif analogue, la densité moyenne de l'eau qui sort de l'étang est supérieure à la densité moyenne de l'eau qui le remplit. En d'autres termes, la différence d est pour une double raison inférieure à la différence réelle entre la densité de l'eau de la Méditerranée et celle de l'étang de Thau. Quelques mesures permettent de considérer comme approchées les valeurs de 1,0285 pour D et de 0,0018 pour d .

En remplaçant dans l'égalité [3] les lettres par leur valeur, on voit que cette égalité se vérifie sensiblement avec une erreur moyenne de 5 % dans l'évaluation des diverses données.

L'expression précédente [3] indique la condition de constance de la densité moyenne annuelle des eaux de l'étang. Or, tandis que les variations relatives de V' sont faibles, celles de ν' et surtout de ν sont considérables. Par une année sèche la différence $\nu - \nu'$ pourra s'annuler ou même changer de signe. Les 350 millions de mcb d'eau que contient l'étang se renouvellent à raison de près de 1,5 millions de mcb par jour. Aussi lorsqu'il ne pleut pas, la densité s'accroît assez rapidement par suite de l'évaporation et du renouvellement des eaux saumâtres par des eaux plus denses. La densité de l'eau superficielle en deux points très voisins du milieu de l'étang est passée, par exemple, de 1,02639 le 1^{er} septembre 1908 à 1,02680 le 12 septembre, après une période de beaux jours. On voit qu'à la suite d'une année où l'évaporation aura compensé l'apport d'eaux douces, la densité de l'eau de l'étang ne devra pas différer beaucoup de celle de la Méditerranée. Les variations météorologiques font ressentir presque immédiatement leur contrecoup.

B. Les eaux marines et les courants devant Cette.

Les eaux de la Méditerranée sont soumises, au voisinage de la côte, à un courant dirigé du N-E au S-W, dont la vitesse atteint parfois quatre nœuds d'après les « Instructions Nautiques » (1). Ce courant n'est pas constant; mais la résultante des mouvements des eaux est dirigée vers le S-W, ainsi que le prouvent le charriage des sédiments et la déviation de l'ouest du delta de l'Hérault.

La direction du courant à la surface suit à peu près le vent. Avec les vents marins l'eau est portée vers le couchant; avec les vents du N, du N-W et de l'W, elle est portée vers levant. Les observations des pêcheurs et certaines mesures (2) apprennent que souvent la direction est différente à la surface et en profondeur, jusqu'à devenir entièrement opposée.

Par les temps calmes, les directions depuis le fond jusqu'à la surface varient suivant une loi simple. Le 16 septembre 1908, à 8^h 45 du matin, le courant, très faible, a été mesuré à 1,4 mille devant Cette, par le procédé des bouteilles accouplées, de Hauteux. A 20 m de profondeur, la vitesse était de 120 m à l'heure et la direction N 42° E; à 10 m, 140 m et S 71° E; à la surface, 120 m et S 45° W. La vitesse, 45 minutes plus tard, était devenue 720 m à la surface et la direction était passée à S 20° W. Une petite brise soufflait du S-W, sa direction finissait par atteindre le N-W à la fin de la journée par une rotation inverse, conformément à la loi de Dove. Les directions du courant de surface pendant la journée suivent le vent et se succèdent dans le sens des aiguilles d'une montre. La succession est la même depuis le fond jusqu'à la surface: les directions des niveaux de plus en plus élevés ont été déterminées par les orientations du vent à des moments de plus en plus récents.

Les eaux marines de la région de Cette ont été peu étudiées jusqu'ici. On possède une analyse d'Usiglio (3) qui date de soixante ans et un petit nombre d'observations thermiques (4) qui montrent que la variation saisonnière de température est assez considérable et qu'en été les eaux de la rade de Cette sont souvent plus froides qu'au large.

Nous avons fait en 1908 et 1909 quelques mesures portées sur le tableau suivant :

(1) *Instructions Nautiques*. Mer Méditerranée, 1904, p. 43; voy. aussi p. 11.

(2) BOURGUIGNON-DUPERRÉ. *Mémoire sur l'ensablement du port de Cette et sur une reconnaissance des environs*, 1838.

RÉGY. *Note sur les courants littoraux, les atterrissements, les alluvions marines et fluviales, les deltas, la constitution de la plage et les travaux d'assainissement*. Bull. Soc. géol. de France, 2^e série, t. XXV, 1868, pp. 913-920.

(3) *Annales de Chimie et de Physique* (3), t. 27, p. 104, 1849.

(4) 25°, 20° et parfois 15° et 14° en rade de Cette, d'après RÉGY. *Assainissement du littoral méditerranéen du département de l'Hérault*, 1868, p. 61, — et 8°1, le 15 février 1905, d'après PAVILLARD, *Thèse de doctorat*, p. 21.

Date	Latitude N.	Longitude E.	Prof. du fond m.	Dist. à la côte milles	Prof. de la prise m.	Temp. de l'eau	Densité <i>in situ</i> S _t	Densité à zéro S _t	Halogènes	SO ³
1908										
4 sept.	43° 23' 15"	1° 23' 35"	18.5	1.2	surf.	17°3	»	»	»	»
»	43° 24' 40"	1° 25' 33"	9.0	0.9	surf.	17.3	»	»	»	»
»	43° 24' 23"	1° 29' 02"	24.0	2.3	surf.	17.3	1.02769	1.03045	»	»
»	43° 21' 51"	1° 37' 50"	77.0	8.5	surf.	19.6	1.02690	1.03024	20.84	2.337
»	»	»	»	»	5	19.0	»	»	»	»
»	»	»	»	»	10	16.5	»	»	»	»
»	»	»	»	»	20	16.2	»	»	»	»
»	»	»	»	»	25	14.7	1.02837	1.03051	21.00	2.333
»	»	»	»	»	30	14.0	»	»	»	»
»	»	»	»	»	50	13.3	1.02878	1.03063	21.09	2.330
»	»	»	»	»	75	13.1	1.02890	1.03070	21.13	2.335
7 sept.	43° 18' 30"	1° 24' 42"	47.0	5.6	surf.	18.0	1.02734	1.03027	20.86	2.341
»	»	»	»	»	10	18.0	»	»	»	»
»	»	»	»	»	15	17.9	1.02745	1.03035	20.88	2.331
»	»	»	»	»	20	17.8	»	»	»	»
»	»	»	»	»	25	15.6	»	»	»	»
»	»	»	»	»	30	14.4	1.02849	1.03057	21.03	2.331
»	»	»	»	»	45	13.7	1.02874	1.03067	21.13	2.339
»	43° 21' 05"	1° 18' 08"	19.5	1.3	surf.	18.6	1.02718	1.03027	»	»
16 sept.	43° 22' 18"	1° 22' 05"	22.6	1.4	surf.	17.4	1.02750	1.03031	»	»
1909										
5 mai	43° 24' 40"	1° 21' 20"	5.0	0.0	surf.	13.4	1.02811	1.02996	20.63	2.328
»	»	»	»	»	5	13.4	1.02819	1.03004	20.68	2.327
14 mai	43° 20' 30"	1° 20' 47"	29.6	2.9	surf.	16.2	1.02531	1.02674	18.41	2.064

Les mesures indiquent une diminution de température et une augmentation de densité au voisinage de terre et particulièrement dans le port de Cette. En septembre 1908, la différence est moins marquée pour la densité que pour la température, (le 4 septembre, 17°3 et 1,03045 à 2,3 milles de la côte et 19°6 et 1,03024 à 8,5 milles). En mai 1909, les deux différences sont plus accusées : le 5 mai, l'eau venue de la Méditerranée et qui remplissait les canaux du port possédait une température de 13°4 et une densité de 1,02996 à la surface ; le 14 mai, à 2,9 milles au sud de Cette, la température de l'eau superficielle était de 16°2 et sa densité de 1,02674. Contrairement à la règle générale, pendant la saison où la terre est plus chaude que l'eau, la température de la mer est notablement plus basse près de la terre ; en outre la densité des eaux marines s'accroît au voisinage immédiat de la

côte. Les eaux douces sont rapidement entraînées à quelques milles au large et y demeurent, tandis que, près de terre, il arrive, du fond, des eaux plus denses et, en été, plus froides. On est amené à conclure que certains courants amènent à la surface, vers la côte, les eaux situées plus au large à quelques mètres de profondeur, ce qui expliquerait sans doute la distribution irrégulière des températures aux divers niveaux constatée le 4 septembre 1908 à 8,5 milles de terre. Ces faits ont une importance particulière pour l'étang de Thau : il en résulte une constance plus grande de la température et de la densité des eaux marines qui y pénètrent par les canaux du port de Cette.

c. Courants des canaux de Cette.

HISTORIQUE. — Le chevalier de Clerville (1) montre en 1665 comment les graux servent à déverser le trop plein des étangs et à les alimenter d'eau de mer lorsque l'évaporation risquerait de les dessécher.

Un siècle après le creusement du port de Cette, sorte de grau artificiel, l'ingénieur Mercadier (2) étudie d'une façon très complète le régime des courants dans le port. Les eaux se dirigent toujours du point le plus haut vers le point le plus bas avec une vitesse proportionnelle à la racine carrée de la dénivellation. « Quant la mer s'élève par le flux « ou qu'elle baisse par le reflux, il se fait nécessairement un courant sensible de la mer au « port ou du port à la mer » ; le « port » désigne la partie du canal voisine de l'étang. Le volume d'eau apporté ou emporté est si faible que la lagune n'a pas le temps de se remplir ou de se vider et son niveau ne suit pas exactement celui de la Méditerranée.

Les vents qui influent sur la hauteur de la mer et des étangs causeront les courants les plus rapides et l'afflux d'eau pourra faire grossir la lagune. D'après Mercadier, les vents abaissent ou élèvent le niveau de la mer suivant qu'ils accélèrent ou qu'ils contraignent le courant littoral. Leur effet sur l'étang est moindre ; ils se bornent à accumuler l'eau du côté vers lequel ils soufflent. Ceux du N-E font baisser la Méditerranée, « mais « comme ils jettent avec encore plus de violence les eaux de l'étang vers le S-W », l'eau de mer entre par le port. Ceux du S-W qui font hausser la mer poussent vers le N-E les eaux de l'étang qui ne peut se remplir. Enfin, ceux du S et du S-E causent les courants les plus importants parce qu'ils élèvent la mer et chassent vers le nord les eaux de Thau « qui se baisse près du port » ; le niveau de la lagune s'élève et, d'après Mercadier, il aurait même atteint jusqu'à cinq pieds au-dessus des basses eaux. « Lorsque les eaux « s'apaisent, l'étang se remet au niveau de la mer par un écoulement pareil à celui qui se

(1) CLERVILLE. *Discours sur les ouvertures vulgairement appelées graux, par lesquelles les étangs et les rivières du Languedoc se déchargent dans la Méditerranée*. Adressé à MM. des États de Languedoc assemblés à Pézenas, l'an 1665.

(2) MERCADIER. *Recherches sur les ensablements des ports de mer et sur les moyens de les empêcher à l'avenir, particulièrement dans les ports du Languedoc*. Montpellier, 1788, pp. 41, 47, 54, 55.

« fait par le reflux et quelquefois à celui d'une rivière ». L'effet des courants est de maintenir le creusement du port. Malgré quelques inexactitudes, ce travail est l'un des plus remarquables qui aient été publiés sur les courants des canaux de Cette.

L'ingénieur Régy (1) ajoute aux remarques sur les causes des courants (marées, vents, apports d'eau douce) quelques considérations relatives à leur action sur la salubrité des étangs et de leurs rives. Les eaux apportées aux lagunes sont limpides et froides en été ; à la sortie, elles sont troubles, chargées de matières organiques et possèdent en été une température élevée. L'action des courants est double : abaissement de la température, diminution des matières organiques.

Les Instructions nautiques insistent sur le rôle du vent. Par les vents frais du N-W, les eaux sortent par la passe ouest du port de Cette et vont rejoindre les courants de la côte ; les vents du large produisent un résultat inverse. La vitesse atteint deux nœuds dans certains canaux. La renverse est parfois très brusque et il en résulte une gêne pour la navigation.

D'après M. Gourret (2), les courants suivent la direction du vent. Ils se dirigent vers l'étang avec les vents d'est, en sens inverse quand souffle le mistral ou le vent du nord, ou encore après les fortes pluies.

Comme Mercadier, M. Pavillard (3) remarque que les courants de marée, peu importants, n'influent pas sur le niveau de l'étang tandis que les actions météorologiques exercent une action considérable. Les hautes pressions avec vents du N-W abaissent les eaux de la mer et par suite celles de Thau. Les basses pressions, qui coïncident avec les vents du N-E, de l'E et du S-E et souvent avec des pluies abondantes, déterminent une élévation rapide de la mer et des étangs.

M. Calvet (4) oppose lui aussi les courants inverses, peu accentués, qui résultent du mouvement de la marée, aux courants plus rapides s'établissant pendant les périodes de vents qui sont assez fréquentes et parfois de longue durée. « Les vents du N et du N-O, « en refoulant les eaux méditerranéennes vers le Sud, déterminent des courants très « importants des eaux de l'étang vers la mer, tandis que les vents du Sud et du S-E occasionnent un afflux considérable des eaux marines dans l'étang. Les dépressions barométriques et les pluies abondantes qui les accompagnent contribuent encore à accentuer « ces fluctuations, grâce auxquelles s'opère, presque sans intermittence, un échange des « eaux de la mer et de l'étang. »

Enfin le Service des Ponts et Chaussées accumule depuis soixante ans des documents nombreux et précis : tableaux météorologiques, relevé de l'état de la mer, diagrammes des marégraphes de l'étang (Pointe de la Bordigue) et de la mer (Môle Saint-Louis) ; on doit à ses Ingénieurs une étude complète de la question des courants dans les bassins et

(1) RÉGY. *Assainissement du littoral méditerranéen du département de l'Hérault*, 1868, p. 61.

(2) GOURRET. *Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries*. Ann. Mus. Hist. nat., Marseille, t. V, Mémoire n° 1, 1897, p. 4.

(3) PAVILLARD. *Recherches sur la flore pélagique (Phytoplankton) de l'étang de Thau*. Montpellier, 1905.

(4) CALVET. *Sur le creusement d'un des graus dits des Onglous*. V^e Congrès national des pêches maritimes des Sables d'Olonne, 1909. 1^{re} section, p. 4.

dans les passes de Cette au point de vue des entraves apportées à la navigation et de la salubrité de la région.

CAUSES DES COURANTS; DIFFÉRENCES DE DENSITÉ. — Avant d'étudier d'une façon plus particulière les mouvements des eaux dans les canaux de Cette, il importe de rechercher les causes des échanges entre les lagunes et la mer.

La différence de densité qui se maintient tout le long de l'année entre Thau et la mer empêche qu'il s'établisse jamais un équilibre véritable. Une coexistence de deux courants tend à se réaliser et a lieu réellement pendant quelques minutes : courant profond d'entrée d'eaux marines denses et courant superficiel de sortie d'eaux saumâtres. Une nappe intermédiaire horizontale demeure immobile et le niveau superficiel doit être légèrement plus élevé du côté de Thau par suite de l'égalité de pression au-dessus de la nappe immobile aux deux extrémités du canal. Appelons ρ et ρ' , H et H' les densités *in situ* et les hauteurs au-dessus de la surface immobile, du côté de la mer, et du côté de Thau. On peut écrire $H\rho = H'\rho'$; d'où $H' = \frac{\rho}{\rho'}$. Comme $\rho > \rho'$ on a $H' > H$. La différence $H' - H$ est égale à $H \frac{\rho - \rho'}{\rho'}$.

Cette différence de niveau, que le calcul montre devoir être toujours inférieure à un ou deux centimètres, est presque négligeable. Il n'en est pas de même des modifications que les courants pourront subir depuis la surface jusqu'au fond. De ce fait, le rapport entre la vitesse superficielle et la vitesse au fond des courants de sortie augmente de valeur. L'inverse a lieu pour les courants d'entrée. Au moment des changements de direction, le mouvement de sortie destiné à remplacer celui d'entrée commence par être superficiel et, inversement, le mouvement d'entrée des eaux est d'abord profond.

DIFFÉRENCES DE NIVEAU ENTRE LA MER ET L'ÉTANG. — Les courants sont dus à l'action de la pesanteur lorsqu'une dénivellation se produit entre la mer et Thau. Le régime hydrographique de l'étang dépend de la mer et son niveau moyen suit à peu près le niveau moyen de la Méditerranée; les courants résultent de différences momentanées.

Les variations de la Méditerranée sont enregistrées par le marégraphe du môle Saint-Louis. La différence entre les plus hautes et les plus basses eaux dépasse un mètre. La seule oscillation régulière est celle de la marée. Son amplitude est normalement de 0,075 m à 0,100 m tant au-dessus qu'au-dessous d'un plan dont le niveau assez variable est en moyenne de 0,275 m au-dessus du niveau de nivellement, ce qui correspond à une amplitude totale de 0,15 m à 0,20 m qui, au moment des équinoxes, atteint 0,25 m et parfois davantage.

La courbe du marégraphe du môle Saint-Louis présente une série de dentelures correspondant à des oscillations de 10 à 60 minutes de durée, de 1 à 15 cm d'amplitude, superposées aux inflexions régulières de la marée. Les oscillations les plus fortes, dont la période se rapproche de 45 minutes, correspondent à une tempête ou à un orage. M. Forel (1), pendant le Congrès de Montpellier en 1879, en avait eu connaissance et il proposait pour elles le nom de « vibrations de la mer ».

(1) F. A. FOREL. *Seiches et vibrations des lacs et de la mer*. Association franç. pour l'avanc. des Sc. — Congrès de Montpellier, 1879, séance du 30 août.

Les recherches de Honda, Terada, Yoshida et Isitani ont montré que chaque baie possédait une période d'oscillation propre dépendant de ses dimensions. Quand plusieurs perturbations atmosphériques engendrent une série d'ondes composées, chaque baie résonne pour les composantes de cette onde dont les périodes d'oscillation se rapprochent de celle de la baie. « Un golfe se comporte comme un résonnateur oscillant avec sa propre période s'il est excité par une série d'ondulations ayant une composante syn-chronique ; les composantes des ondulations de la mer extérieure deviendront plus ou moins prédominantes dans le golfe, suivant le degré de ressemblance de la période propre et de celle excitée (1). » Comme le golfe du Lion est relativement très large, ces mouvements, d'une amplitude d'ordinaire assez faible, y sont très fréquents et ne font défaut que par quelques belles journées.

Les différences de pression atmosphérique et les vents qui en sont la conséquence exercent sur le niveau de la Méditerranée une action plus considérable et plus prolongée que la marée et que les vibrations de la mer. Les différences de pression tendent à écarter la surface de l'eau de la forme d'une surface de niveau. En supposant qu'aucune autre cause n'intervienne, les courbes d'égale hauteur coïncideraient avec les isobares, la dénivellation entre deux points étant égale à la différence de pression atmosphérique et le point le plus bas correspondant à la plus forte pression. En prenant pour zéro le niveau d'un point soumis à la pression maxima H , la cote d'un point supportant la pression H' devra être $K(H-H')$ en désignant par $H-H'$ la différence de pression en hauteur de mercure et par K le rapport entre la densité du mercure et celle de l'eau de mer *in situ*. Les différences de pression importent seules et non pas leur valeur propre ; mais, comme sur un espace aussi vaste que la Méditerranée occidentale la pression moyenne se maintient assez constante, il en résulte qu'en un même point le niveau de l'eau tendra à varier en sens inverse de la hauteur barométrique. La loi se vérifie sur le tracé du marégraphe du môle. Il existe quelques exceptions et, dans un certain nombre de cas, les variations sont trop considérables pour être dues uniquement à la pression.

Le vent, lui-même, par son action mécanique, exerce un effet qui dépend de l'existence d'un courant littoral. Contrairement aux idées de Mercadier, le vent en contrariant le courant littoral du N-E au S-W ne fait pas monter la mer et en l'accéléralant ne la fait pas baisser. L'inverse se produit sur toutes les côtes de la Méditerranée occidentale longées par un courant qui conserve la terre à sa droite. La conclusion d'Aimé (2), que le niveau s'élève lorsque le vent souffle dans la direction du courant et s'abaisse lorsqu'il souffle dans la direction opposée, peut-être généralisée. Ainsi que l'a démontré Mohn (3), dans

(1) K. HONDA, T. TERADA, Y. YOSHIDA et D. ISITANI. *On the secondary undulations of oceanic tides*. Journal of the College of Science. Imperial University. Tokyo. Japon, vol. XXIV.

Voy. aussi G. PLATANIA. *Nuove ricerche sulle librazioni del mare*. Estratto dall'Annuario del R. Istituto Nautico « Duca degli Abruzzi » di Catania, vol. I, ann. 1907, p. 18.

(2) AIMÉ. *Exploration scientifique de l'Algérie* pendant les années 1840, 1841, 1842, publiée par ordre du Gouvernement et avec le concours d'une commission académique. Physique générale, I. Recherches de physique sur la Méditerranée. Paris, Imprimerie Royale, 1845.

(3) H. MOHN. *The north Ocean, its Depths, Temperature and Circulation*. The Norwegian North Atlantic Expedition, 1876-1878, t. XVIII, 1887, p. 117 et suiv.

l'hémisphère septentrional la surface d'une eau en mouvement s'élève vers la droite quand on la regarde dans la direction suivant laquelle elle se meut. Le courant allant en général vers le S-W sur les côtes du Languedoc, l'eau doit être alors plus élevée près de terre qu'au large. Les vents d'est, loin de faire baisser la mer en accélérant le courant, augmentent la valeur de la dénivellation vers la droite et font hausser la mer sur la côte. Si le courant s'annule ou change de sens sous l'effet des vents d'ouest et en particulier du mistral, le niveau baisse.

Les vents marins correspondent à de basses pressions et accélèrent le mouvement superficiel des eaux marines vers le couchant. Ces deux actions s'ajoutent et la Méditerranée peut alors monter de plus d'un mètre au-dessus du zéro. Le mistral coïncide avec de basses pressions et chasse vers le levant les eaux marines. Pour une double raison la mer baisse jusqu'à atteindre son zéro.

Les apports d'eaux douces et d'eaux saumâtres peuvent élever le niveau de la mer⁽¹⁾ près de terre et notamment dans les bassins de Cette; les différences de hauteur sont inversement proportionnelles aux différences de densité. L'eau côtière, d'ordinaire plus dense qu'au large, est passagèrement diluée par les fortes pluies.

La courbe du marégraphe de la Bordigue offre une allure régulière qui contraste avec les inflexions et les dentelures de celle du Môle Saint-Louis. Le niveau moyen est supérieur à celui de la Méditerranée. D'après plus de 8000 observations consécutives effectuées par le Service des Ponts et Chaussées, il serait de 0,335 m contre 0,275 m pour la mer. Il atteint son zéro en hiver par de longues périodes de vents du N-W ordinairement sèches et accompagnées de hautes pressions. Pendant les pluies exceptionnelles de 1907, il s'est élevé à 0,990 m. Aucune des variations n'est périodique. La marée n'est pas perceptible; un examen attentif de la courbe révèle toutefois, dans certains cas, une oscillation de un demi centimètre d'amplitude et d'une période de six heures environ. Il n'existe pas de seiches malgré la longueur de l'étang.

Les différences de pression et les vents n'ont pas une action aussi considérable que sur les eaux de la mer; une dénivellation de 5 cm aux deux extrémités de Thau correspondrait à un gradient égal à 2. Le niveau change surtout à la suite des variations de la quantité d'eau contenue dans l'étang. On a vu que les pluies à régime torrentiel de la région le faisaient croître souvent de plus d'un décimètre en quelques heures. Dans les cas exceptionnels l'afflux d'eaux douces correspondant à la chute d'une seule journée suffirait à l'élever de plus d'un mètre. La cote n'atteint jamais cette hauteur parce que l'étang déborde du côté des Onglous par les trois graux du Rieu, de Pisos-Samo et du Quinzième.

Les apports des sources et des ruisseaux à débit constant et les échanges qui s'effectuent par les canaux du Midi, des Étangs et de Villeroi ne sont pas très importants. Seuls les canaux de Cette influent sur le niveau de l'étang et l'amènent à suivre la moyenne de la Méditerranée. L'évaporation exerce sur les courants un effet d'ensemble: elle atténue la différence entre le volume des eaux déversées et celui des eaux apportées.

(1) D'après AIMÉ, *loc. cit.*, l'élévation pendant les mois pluvieux atteint 2 cm dans la baie d'Alger.

VITESSE DES COURANTS: ÉTAT ACTUEL DES CANAUX, VITESSES CALCULÉES. — Les communications entre Thau et la mer, d'abord réduites à un canal de 1.500 m de long, qui subsiste encore mais a été agrandi, sont aujourd'hui complexes (fig. 4). Le canal primitif, ou canal de Cette, aboutit au vieux port maritime. Deux branches s'y insèrent perpendiculairement. La branche nord, plus large et plus profonde, ou canal Latéral, se coude à angle droit vers le sud pour donner le canal Maritime parallèle au canal de Cette et aboutissant au nouveau bassin. L'autre, le canal de la Darse, coupe le canal Maritime, puis se dirige vers le nord pour former le canal de la Peyrade et rejoindre le canal des Étangs. Le canal des Étangs et celui de la Peyrade, longs et de faible section, ne laissent passer qu'une petite quantité d'eau. Tous les échanges ont lieu par les canaux du port de Cette. Les courants dans le canal Latéral et dans celui de la Darse sont parallèles.

Lorsqu'une dénivellation s'établit, la pente est inégalement répartie le long des canaux: presque partout elle est sensiblement nulle, sauf aux passes plus ou moins resserrées qui correspondent à des ponts fixes ou tournants. Les jours où la vitesse est considérable, l'élévation de l'eau du côté des ponts où elle vient buter est nettement visible. La dénivellation totale H est la somme des dénivellations partielles h_n correspondant à chaque passe où les molécules d'eau sollicitées par la pesanteur prennent une vitesse proportionnelle à $\sqrt{h_n}$. Les étranglements sont au nombre de dix: dans le canal de la Bordigue, le pont Sadi Carnot près de l'étang, le pont Virla entre le canal latéral et celui de la Darse, les ponts National et Legrand près de l'ancien bassin: dans le canal Latéral et le canal Maritime, un pont de bois, le pont de la Gare, le pont des Moulins et, au delà du croisement avec le canal de la Darse, les ponts Régy et de Montpellier près du nouveau bassin, enfin, dans le canal de la Darse, le pont de pierre.

La formule simple qui exprime la vitesse d'une rivière ou d'un canal $v = 50\sqrt{\frac{s}{p}i}$, s étant la section, p le périmètre mouillé et i la pente par mètre, n'est pas applicable à l'ensemble des canaux à cause de l'irrégularité du lit et de ses bifurcations. Les calculs assez compliqués effectués par le Service des Ponts et Chaussées qui possède toutes les données nécessaires, conduisent aux résultats suivants (1):

Ponts	Section en mq.	Vitesse en m par heure en fonction de H exprimé en m	Dénivellation partielle	Déniv. tot max. $H=0.800$ m.	
				Vitesse max. en m. par heure	Déniv. part. max. en m.
Sadi-Carnot	155	$5330 \sqrt{H}$	$0.11 H$	4750	0.088
Virla	47	10870	0.47	9790	0.376
National	45	7310	0.21	6590	0.168
Legrand	45	7310	0.21	6590	0.168
de Bois	23	13570	0.73	12240	0.584
de la Gare	100	3200	0.04	2880	0.032
des Moulins	129	2480	0.02	2230	0.016
Régy	133	3740	0.06	3380	0.048
de Montpellier	156	3200	0.04	2880	0.032
de Pierre	20	9100	0.33	8200	0.264

(1) Les calculs permettant de déterminer les vitesses et les chutes dans les diverses passes du port sont dus à l'Ingénieur BATARD-RAZELIÈRE (1891). Plusieurs des nombres et des renseignements dont nous faisons usage sont extraits d'un rapport de M. l'Ingénieur en chef GUIBAL: *Étude complète de la question des courants dans les bassins et dans les passes du port de Cette* (11 juillet 1908).

Le rapport des vitesses dans les canaux aux vitesses dans les passes voisines est l'inverse du rapport des sections. Les courants n'atteignent jamais 1 km dans la partie maritime des canaux ; ils peuvent dépasser 2,5 km dans le canal de la Bordigue.

MESURES DE COURANTS.— Le pont Sadi Carnot a été choisi, à cause de la largeur de sa section et de la longueur de la portion rétrécie du canal, pour y effectuer les mesures destinées à confirmer et à compléter les résultats fournis par le calcul. Les vitesses y sont assez grandes, parce que la masse entière des eaux circulant dans les divers canaux de Cette passe sous ce pont.



FIG. 5

Les mesures ont été effectuées sous l'arche est au moyen de flotteurs ou avec un flussomètre Makarow. On a recueilli en même temps des échantillons d'eau au débouché du canal des Eaux-Blanches (fig. 5), au bas de l'escalier du débarcadère et au pied du marégraphe de la Bordigue. Les résultats sont indiqués dans le tableau pp. 166-169. La section, qui est de 155 mq dans la partie la plus étroite de la passe, atteint en moyenne 170 mq. Les vitesses ont été calculées d'après ce dernier nombre.

Les vitesses mesurées à la surface se rapprochent des vitesses calculées ; la vitesse

au fond est notablement inférieure à la vitesse superficielle, sans être avec elle dans un rapport constant.

Lorsque, au moment où la mer s'élève, le courant va changer de sens, les eaux marines denses commencent par avancer en profondeur et le mouvement se propage rapidement à tous les niveaux : la masse entière des eaux du canal, depuis le fond jusqu'à la surface, participe au mouvement vers l'étang. La vitesse superficielle est légèrement inférieure à celle calculée ; la vitesse au fond est relativement considérable ; le rapport atteint $\frac{8}{10}$.

Le courant superficiel vers l'étang s'arrête le premier et est rapidement remplacé par un mouvement de direction inverse, sans que le calme dure plus d'une dizaine de minutes. Pendant un temps assez court deux courants de direction opposée doivent se superposer. L'eau saumâtre superficielle commence par glisser sur les eaux denses du

fond ; la vitesse peut même devenir supérieure à celle calculée. Le courant de fond ne s'établit que lentement ; il reste toujours notablement inférieur, quelquefois de plus de moitié, à celui de surface ; à marée montante il devient très vite de plus en plus faible et bientôt nul, alors qu'à la surface du canal l'eau continue à couler vers la mer.

Les observations du 15 septembre 1908 au soir montrent comment, lorsque le courant se dirige vers la mer, le vent du sud augmente la vitesse superficielle ; celles du 16 au matin, comment le vent du nord la ralentit. L'influence exercée est très faible ; mais, avec une bonne brise, l'eau des canaux moutonne et donne plus de prise au vent.

On voit que, du 31 août au 17 septembre, il ne pleut pas et que la densité des eaux de l'étang augmente (de 1,02620 à 1,02704 à la pointe de la Bordigue, au moment où le courant se dirige vers la mer depuis déjà quelques heures). Le 21 il pleut (1), le niveau de l'étang s'élève et la densité descend à 1,02633.

Les mesures de septembre indiquent que la densité est plus forte et la température plus faible au bas de l'escalier du débarcadère qu'à la pointe de la Bordigue au pied du marégraphe. La différence est particulièrement accentuée lorsque le courant vient de la mer. Les eaux marines se mélangent faiblement aux eaux saumâtres de l'étang : leur densité plus grande les fait s'étaler en nappe sur le fond.

Pour se rendre compte de ce que deviennent les eaux de la Méditerranée quand elles entrent dans l'étang, quelques échantillons d'eaux ont été recueillis, le 5 mai 1909, à la surface et au fond, dans le canal, entre la Station zoologique et le pont Sadi-Carnot, et dans les Eaux-Blanches, à 150 m sur le prolongement du canal, au moment du changement de direction du courant.

I. 5 mai 1909, 11 h. 35 m. matin.

Le courant cesse d'aller de la mer vers l'étang.

CANAL	surface	$\theta = 13^{\circ}4$	$S_4^{\theta} = 1.02811$	$S_4^o = 1.02996$
	fond 5 m.	$\theta = 13^{\circ}4$	$S_4^{\theta} = 1.02819$	$S_4^o = 1.03004$
ÉTANG	surface	$\theta = 14^{\circ}9$	$S_4^{\theta} = 1.01837$	$S_4^o = 1.02015$
	fond 4 m.	$\theta = 13^{\circ}4$	$S_4^{\theta} = 1.02589$	$S_4^o = 1.02764$

II. 5 mai 1909, 3 h. 45 m. soir.

Le courant cesse d'aller de l'étang vers la mer.

CANAL	surface	$\theta = 15^{\circ}6$	$S_4^{\theta} = 1.01877$	$S_4^o = 1.02053$
	fond 5 m.	$\theta = 14^{\circ}0$	$S_4^{\theta} = 1.02441$	$S_4^o = 1.02625$
ÉTANG	surface	$\theta = 15^{\circ}5$	$S_4^{\theta} = 1.01819$	$S_4^o = 1.02007$
	fond 3,5 m.	$\theta = 14^{\circ}0$	$S_4^{\theta} = 1.02290$	$S_4^o = 1.02468$

(1) Voy. planche I.

Tableau des observations effectuées au pont Sadi-Carnot

Date	Heure	Niveaux aux marégraphes cm			Direction du courant
		de la Bordigue	du môle Saint-Louis	Différence	
31 août 1908	9 ^h m.	23.0	20.0	+ 3.0	vers la mer.
1 sept. —	Midi	22.5	27.0	— 4.5	vers l'étang.
— —	7 ^h s.	22.5	21.5	+ 1.0	vers la mer.
— —	8 s.	22.5	24.0	— 1.5	vers l'étang.
2 sept. —	9 30' m.	22.0	16.0	+ 6.0	vers la mer.
— —	Midi	21.5	22.0	— 0.5	vers l'étang.
— —	9 ^h s.	21.0	15.0	+ 6.0	vers la mer.
3 sept. —	7 30' m.	18.5	11.5	+ 7.0	id.
15 sept. —	10 m.	19.0	32.0	— 13.0	vers l'étang.
— —	11 30' m.	19.0	24.5	— 5.5	id.
— —	1 30' s.	19.0	24.0	— 5.0	id.
— —	2 30' s.	19.0	20.5	— 1.5	id.
— —	3 s.	19.0	20.0	— 1.0	id.
— —	3 45' s.	19.5	19.5	0.0	courant nul.
— —	4 s.	19.5	18.5	+ 1.0	vers la mer.
— —	5 s.	19.5	15.0	+ 4.5	id.
— —	6 s.	19.5	16.0	+ 3.5	id.
— —	6 45' s.	19.0	16.0	+ 3.0	id.
— —	7 s.	19.0	16.0	+ 3.0	id.
— —	8 15' s.	19.0	18.0	+ 1.0	id.
— —	8 30' s.	19.0	20.0	— 1.0	vers l'étang.
— —	10 s.	19.0	27.0	— 8.0	id.
— —	11 30' s.	19.0	23.0	— 4.0	id.
16 sept. —	5 30' m.	19.5	17.0	+ 2.5	vers la mer.
— —	7 45' m.	19.5	15.5	+ 4.0	id.
— —	8 m.	19.5	17.5	+ 2.0	id.
— —	8 15' m.	19.5	19.0	+ 0.5	id.
— —	8 30' m.	19.5	19.5	0.0	courant nul.
— —	9 15' m.	19.5	21.5	— 2.0	vers l'étang.
— —	9 30' m.	19.5	23.0	— 3.5	id.
— —	10 30' m.	19.5	26.0	— 6.5	id.
— —	11 30' m.	19.5	22.5	— 3.0	id.
— —	Midi	19.0	22.0	— 3.0	id.
— —	1 ^h 45' s.	19.0	21.0	— 2.0	id.
— —	5 s.	19.0	18.0	+ 1.0	vers la mer.
— —	6 45' s.	19.0	17.0	+ 2.0	id.
— —	7 s.	19.0	17.5	+ 1.5	id.

et au débouché du canal de la Bordigue dans l'étang.

Vitesse calculée m à l'heure	Vitesse mesurée		Bas de l'escalier		Pointe de la Bordigue	
	à la surface m à l'heure	au fond m à l'heure	Température de l'eau	Densité à 0° S°	Température de l'eau	Densité à 0° S°
840	courant modéré.	»	»	»	19°7	1.02620
1030	id.	»	»	»	»	»
480	courant très faible.	»	»	»	»	»
590	id.	»	»	»	»	»
1180	courant rapide.	»	»	»	20°0	1.02665
340	courant très lent.	»	»	»	»	»
1180	courant rapide.	»	»	»	»	»
1280	id.	»	»	»	18°8	1.02678
1750	1500	1200	17°2	1.02915	»	»
1130	1100	900	»	»	»	»
1080	1050	»	17°3	1.02885	»	»
590	550	»	»	»	»	»
480	600	»	»	»	»	»
0	0	»	18°7	1.02754	»	»
480	courant faible.	»	»	»	»	»
1030	1300	500	»	»	»	»
910	courant modéré.	»	18°8	1.02741	»	»
840	id.	»	18°8	1.02742	»	»
840	id.	»	»	»	»	»
480	courant faible.	»	18°8	1.02733	»	»
480	id.	»	»	»	»	»
1370	courant rapide.	»	18°5	1.02765	»	»
970	courant modéré.	»	18°3	1.02795	»	»
760	courant faible.	»	18°4	1.02702	»	»
970	900	»	»	»	»	»
680	400	»	»	»	»	»
340	100	»	19°3	1.02699	19°3	1.02698
0	0	»	»	»	»	»
680	450	»	»	»	»	»
910	courant modéré.	»	19°3	1.02730	19°4	1.02718
1230	900	»	19°1	1.02788	19°4	1.02736
840	700	»	18°8	1.02826	19°5	1.02744
840	750	»	»	»	»	»
680	450	»	20°0	1.02736	20°2	1.02733
480	courant faible.	»	»	»	»	»
680	id.	»	20°3	1.02727	20°3	1.02727
590	courant lent.	»	»	»	»	»

Date	Heure	Niveaux aux marégraphes cm			Direction du courant
		de la Bordigue	du môle Saint-Louis	Différence	
16 sept. 1908	8 ^h 30' s.	18.5	16.5	+ 2.0	vers la mer.
17 sept. —	6 15' m.	18.5	14.0	+ 4.5	id.
— —	7 m.	18.5	13.0	+ 5.5	id.
— —	8 m.	18.5	13.0	+ 5.5	id.
— —	10 m.	18.5	15.0	+ 3.5	id.
— —	Midi	18.5	22.5	— 4.0	vers l'étang.
— —	1 ^h s.	18.0	23.0	— 5.0	id.
— —	6 s.	17.5	20.0	— 2.5	id.
— —	8 s.	18.0	17.0	+ 1.0	vers la mer.
— —	9 s.	18.0	16.0	+ 2.0	id.
19 sept. —	10 m.	19.0	17.5	+ 1.5	id.
— —	Midi	19.0	23.0	— 4.0	vers l'étang.
— —	1 ^h s.	19.0	26.0	— 7.0	id.
21 sept. —	11 30' m.	27.0	25.0	+ 2.0	vers la mer.
— —	1 s.	28.0	24.0	+ 4.0	id.
— —	1 30' s.	28.0	26.0	+ 2.0	id.

Au moment où le courant d'entrée cesse d'aller vers la Bordigue, le canal est entièrement rempli d'eau marine dense et froide. Dans l'étang, l'eau superficielle est toujours saumâtre ; l'eau marine est immédiatement descendue sur le fond des Eaux-Blanches pour y augmenter la densité et y rendre la température égale à celle du canal et de la mer.

Lorsqu'au contraire le courant cesse de se diriger vers la Méditerranée, le canal comme l'étang présentent à la surface une eau saumâtre, au fond, surtout dans le canal, une eau plus dense et plus froide. L'eau saumâtre a donc glissé au dessus des eaux marines sans les entraîner complètement ; la densité, dans la région sud des Eaux-Blanches, a diminué seulement de 0,00299 au fond et est demeurée presque la même à la surface.

Ainsi donc, comme le montrent ces dernières observations et les mesures de courants, l'eau saumâtre superficielle est presque seule à sortir de l'étang. L'eau plus dense du fond ne participe que faiblement aux courants de sortie ; mais elle est seule à profiter des courants d'entrée. L'eau saumâtre tend dans son ensemble à se diriger vers la mer, tandis que l'eau plus dense venue de la Méditerranée s'avance vers l'ouest pour la remplacer dans l'étang.

Les différences entre les vitesses calculées et les vitesses observées sont toujours assez faibles, c'est pourquoi la comparaison des tracés des deux marégraphes du môle Saint-Louis et de la Bordigue permettra d'étudier, sans qu'il soit nécessaire de faire de mesures directes, le régime des courants pendant l'année.

Vitesse calculée m à l'heure	Vitesse mesurée		Bas de l'escalier		Pointe de la Bordigue	
	à la surface m à l'heure	au fond m à l'heure	Température de l'eau	Densité à 0° S ₄	Température de l'eau	Densité à 0° S ₄
680	courant lent.	»	»	»	»	»
1030	courant rapide.	»	»	»	»	»
1130	courant très rapide	»	»	»	»	»
1130	courant rapide.	»	19°6	1.02718	19°6	1.02704
910	courant modéré.	»	»	»	»	»
970	courant modéré.	»	»	»	»	»
1080	id.	»	»	»	»	»
760	id.	»	»	»	»	»
480	courant lent.	»	»	»	»	»
680	courant modéré.	»	»	»	»	»
590	courant faible.	»	»	»	»	»
970	courant modéré.	»	»	»	»	»
1280	courant rapide.	»	»	»	»	»
680	courant faible.	»	20°1	1.02715	20°3	1.02689
970	courant modéré.	»	»	»	»	»
680	courant faible.	»	20°3	1.02651	20°3	1.02633

RÉGIME DES COURANTS. — Les courants les plus constants et les moins rapides sont dûs à la marée. Les courbes du marégraphe du môle Saint-Louis représentées planche I montrent que la mer s'élève plus rapidement qu'elle ne s'abaisse. La différence entre le flot et le jusant atteint fréquemment quatre heures. Le courant vers l'étang acquiert par suite rapidement son maximum, puis décroît lentement. Le courant vers la mer s'établit peu à peu ; parvenu à son maximum, il diminue très vite. Les deux oscillations journalières de la marée ont une amplitude inégale ; celle qui suit le passage de la lune au méridien est la plus faible au premier quartier et la plus forte au dernier quartier. Par les périodes de calme, le courant change régulièrement de direction quatre fois par jour. Aux moments de perturbations, la plus forte marée détermine seule un changement de sens (pl. I, 6 septembre 1908 et nuit du 12 au 13). La vitesse, pour l'amplitude totale de 15 à 20 cm, dépasse pendant plusieurs heures par jour 1 km dans la partie septentrionale du canal de la Bordigue et le volume d'eau apporté pendant chaque période de six heures atteint 700 000 mcb.

Lorsque les vents du N-W et les hautes pressions persistent, cas fréquent en hiver, la mer baisse et les eaux de l'étang s'écoulent, comme on le constate du 3 au 8 octobre 1907. Ces vents correspondent à des périodes sèches et les étangs atteignent alors leur zéro en même temps que la mer. Pendant que Thau se vide, les courants vers l'étang sont atténués (pl. I, 2 et 3 septembre 1908 et 12 et 13 septembre) et parfois même supprimés,

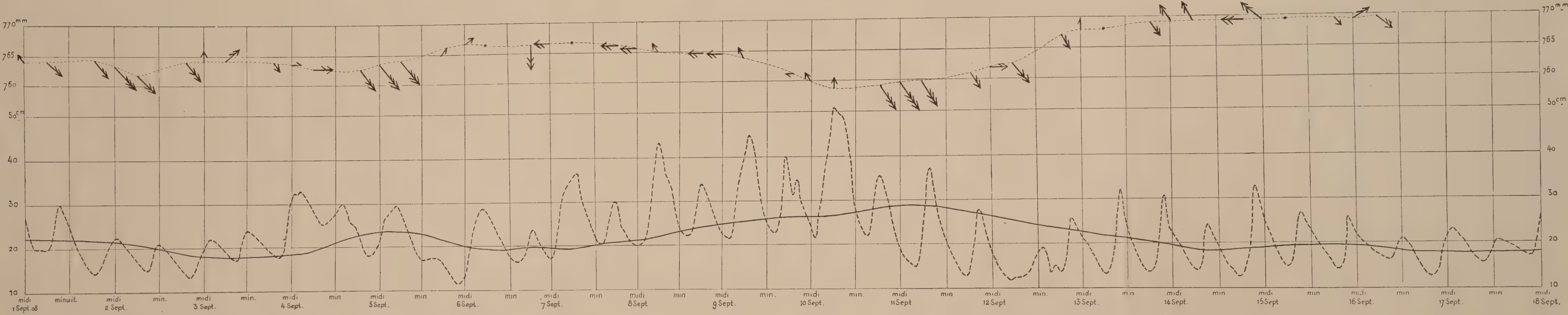
le flux se faisant seulement sentir par un ralentissement de la vitesse des eaux qui se rendent à la mer ; le nombre d'heures nécessaires au rétablissement partiel des courants de marée dépasse rarement 48. Lorsque les vents du N et les hautes pressions cessent ou sont remplacés par les vents du S et de l'E et par de basses pressions, le niveau de la mer s'élève, l'étang se remplit et une nouvelle perturbation se produit.

Les vents d'E et les basses pressions font hausser considérablement la mer. Les deux actions sont indépendantes ; le plus souvent elles s'ajoutent (13 octobre 1907) ; elles peuvent se contrarier (11 et 12 octobre 1907). Les vents d'E et les basses pressions sont souvent accompagnés de pluie d'orage dont l'intensité est particulièrement grande en automne et, à un moindre degré, au printemps : l'étang hausse en quelques heures de plusieurs centimètres ou de plusieurs décimètres. Les eaux demeurent élevées de part et d'autre et les vibrations de la mer, qui parviennent alors à une amplitude de 14 et 15 cm, causent un changement de direction à des intervalles variables entre 15 et 30 minutes. Si l'orage se prolonge, le niveau de l'étang ou celui de la mer se rapproche de 1 m et les eaux cherchent une issue vers les graux. L'orage fini, la mer se retire et la dénivellation peut atteindre 0,80 m. Les courants vers la mer sont dans ce cas extrêmement rapides : 3,2 km à l'heure dans la partie septentrionale du canal de la Bordigue. Après un petit nombre de jours, le niveau moyen de l'étang s'est rapproché de celui de la Méditerranée et les courants de marée deviennent de nouveau sensibles.

La planche I représente du 1^{er} au 18 septembre 1908 le tracé des marégraphes de la Bordigue et du môle Saint-Louis et la courbe de la pression atmosphérique ; les flèches figurent la direction du vent, le nombre de pennes exprimant la force mesurée de 0 à 12, suivant l'échelle de Beaufort. On constate nettement la différence de durée entre le flot (4 heures en moyenne) et le jusant (8 heures en moyenne) ; on observe également une différence d'amplitude entre deux marées successives. Au commencement du mois les vents du N-W et, le 3 septembre, une augmentation de pression font baisser la Méditerranée ; les courants vers la mer l'emportent et l'étang se vide. Puis une diminution de pression du 4 au 5 septembre élève le niveau de la mer ; pendant 21 heures l'eau coule sans interruption vers Thau dont le niveau augmente de 5 cm, ce qui correspond à un accroissement de volume de 3 750 000 mcb d'eau, nombre assez voisin de celui que l'on calculerait en fonction de dénivellations ; lorsqu'il ne pleut pas, la différence entre l'apport d'eaux douces et l'évaporation n'est pas, en un jour, très considérable. Le 5 septembre, le courant reprend vers la mer, mais le niveau de l'étang s'élève encore de 1 cm à cause de l'action des vents du N-W qui refoulent l'eau vers la Bordigue. Du 5 au 6 septembre, le baromètre monte, la mer baisse et l'étang se vide pendant 19 heures consécutives ; la diminution de niveau atteint 4 cm et correspond à une perte de 3 000 000 mcb d'eau, nombre peu différent de celui que fournirait le calcul en fonction des dénivellations. Du 7 au 11 septembre, la pression baisse et le niveau moyen de la Méditerranée s'élève ; dans la nuit du 7 au 8, le courant vers la mer est annulé ; mais la hausse de l'étang est moins considérable que ne l'indiquerait le calcul, à cause des vents d'E qui refoulent les eaux loin de la Bordigue. Du 11 au 15 septembre, le mistral, ainsi que l'augmentation de pression, abaissent la Méditerranée ; la petite marée dans la nuit du 12 au 13 ne détermine

COURANTS DES CANAUX DE CETTE

Marégraphe du môle St Louis. (*Mer Méditerranée*).....
Marégraphe de la Bordigue. (*Étang de Thau*).....
Pression atmosphérique.....
La direction et la force du vent (*Echelle de Beaufort, de 0 à 12*) sont indiquées par des flèches



pas de changement de direction du courant qui descend vers la mer ; la baisse de l'étang n'est pas considérable parce qu'il a plu dans la nuit du 10 au 11. Les 15, 16, 17 et 18 septembre, la pression, le niveau moyen de la mer et celui de Thau demeurent à peu près stationnaires ; le niveau de l'étang subit des oscillations de 5 ou 6 mm causées par les courants de marée.

Dans certains cas les vibrations de la mer atteignent une amplitude considérable et produisent une sorte de raz de marée. Le 14 juin 1841, sans cause apparente, le niveau haussa de 1,50 m en une minute et subit de nombreuses oscillations avant de descendre (1). Le 25 décembre 1870, la mer s'éleva très rapidement de 1 m. Une observation plus récente du même genre a été faite le 15 juin 1909, dans le port de Marseille (2). La mer s'éleva de 40 cm et donna lieu à des oscillations d'une période de 15 minutes. Le phénomène coïncidait avec une hausse barométrique brusque de 2 mm. La figure 6 représente les vibrations un jour d'orage et un jour de calme relatif. On voit que ces mouvements ondulatoires sont susceptibles de causer des courants de faible durée aussi bien les jours calmes (11 sept. 1908 de 1 à 2 heures et de 9 à 10 heures du matin) que les jours d'orage.

En résumé les courants des canaux de Cette sont des courants de marée. Les perturbations dues à la variation du niveau de la mer ou de la quantité d'eau contenue dans la lagune sont passagères. A chaque changement de direction, les courants apportent ou emportent 700 000 mcb environ ; le volume des eaux qui entrent dans l'étang et le volume des eaux qui en sortent annuellement sont donc voisins de 500 millions de mètres cubes.

EFFETS DES COURANTS. — L'étang de Thau, grâce aux courants des canaux, participe à la régularité de régime d'un grand bassin comme la Méditerranée occidentale. Les variations de niveau, considérables avant le creusement du port (3), sont aujourd'hui atténuées. L'étang, qui se remplit d'eau de mer, ne s'abaisse pas en été sous l'action de l'évaporation et il ne s'élève pas trop au moment des pluies ; son niveau tend toujours à se rapprocher de celui de la Méditerranée. Les eaux d'entrée, de température plus égale que celles de Thau, plus chaudes en hiver, plus froides en été, régularisent la température dans les Eaux-Blanches et dans le Grand Étang ; leur action est particulièrement sensible sur les eaux du fond. L'eau saumâtre superficielle est entraînée vers la mer ; elle est remplacée par une eau plus dense qui gagne les régions les plus profondes. On devra donc s'attendre à trouver à divers niveaux des eaux de températures et de densités différentes, malgré l'agitation des vagues. Les salines, les affluents et les sources sous-marines tendent à modifier la composition chimique des eaux de Thau ; mais celle-ci est ramenée à la composition de l'eau de la Méditerranée par les apports incessants des canaux. L'abondance des êtres vivants, le transport de poussières et le voisinage d'agglomérations humaines s'ajoutent pour donner à Thau une forte teneur en matières organiques que les courants empêchent de devenir trop considérable. Leur action est peut-être moins efficace que ne le pensait Régy, car l'eau de la mer se charge, à son passage dans les canaux, des apports des égouts

(1) *Instructions nautiques*, 1904, p. 43.

(2) FABRY. *Sur une oscillation de la mer constatée le 18 juin 1909 dans le port de Marseille*. *Compte-rendu Acad. Sc.*, t. CXLIX, n° 4, 26 juillet 1909, pp. 324-315.

(3) ASTRUC. *Mémoires pour l'histoire naturelle de la province du Languedoc*. Paris, 1740, p. 296.

Vibrations de la mer

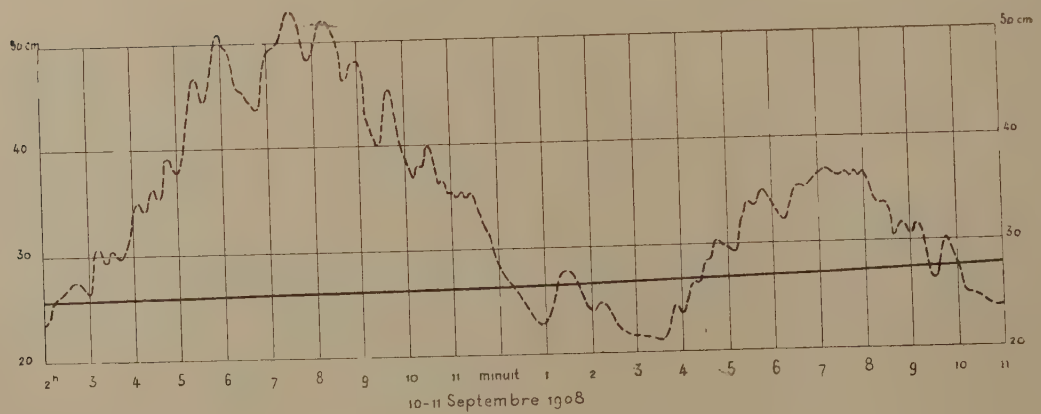
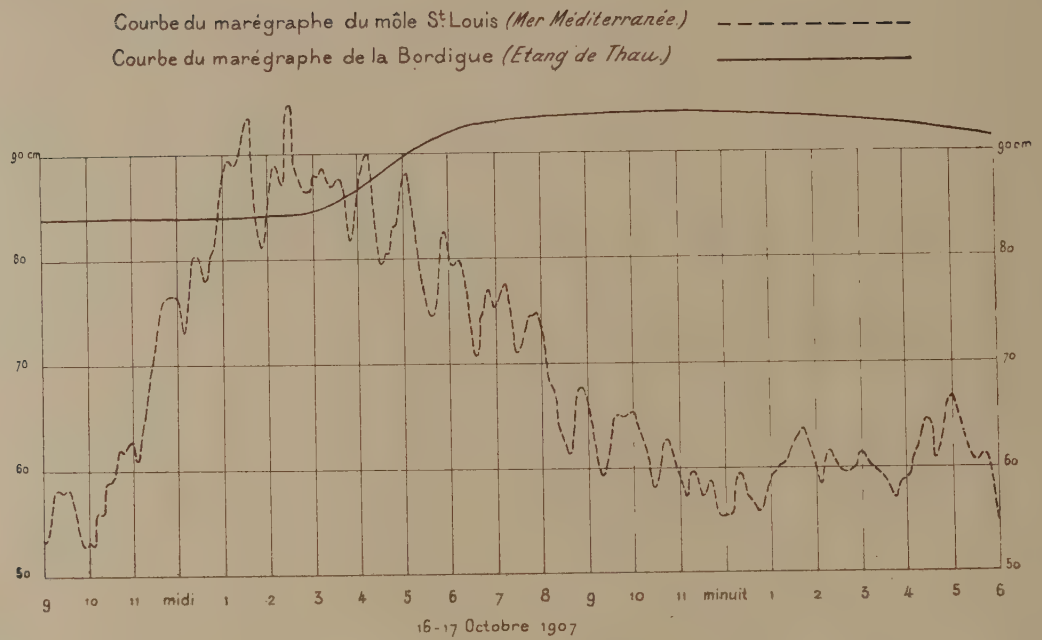


FIG. 6.

de Cette. La mer est plus bleue et plus transparente que l'étang mais les courants n'exercent sur la coloration et la transparence qu'un effet purement local, au débouché même du canal dans les Eaux-Blanches.

Les courants entraînent mécaniquement un grand nombre d'organismes marins : ils facilitent ou contrarient la venue et la sortie d'animaux migrateurs ; ils se chargent des immondices de Cette et sont pour les Eaux-Blanches un danger constant de contamination. M. Gaucher (1) a reconnu que les huîtres des canaux et celles des Eaux-Blanches depuis la pointe de la Bordigue jusqu'au voisinage de Roquerols, contenaient des coli-bacilles ; il les a trouvées indemnes dans le Grand Étang et aux points des Eaux-Blanches situés au dehors du courant venant de Cette.

Le mouvement de va et vient des eaux, qui avait maintenu le creusement du port au début de sa création, n'y suffit plus aujourd'hui ; il s'oppose seulement au dépôt des vases. Une conséquence indirecte des courants des canaux a été l'ensablement des graux, inutilisés pendant la majeure partie de l'année. La régularité plus grande du niveau a diminué la superficie des marécages alternativement recouverts et découverts et a augmenté la salubrité de la région.

Un régime, aujourd'hui stable, mais que troublerait toute modification des canaux, maintient un équilibre précaire entre la mer et l'étang. Le niveau, la température et la densité tendent sans cesse à prendre dans Thau la même valeur que dans la Méditerranée.

D. Les Eaux de l'Étang.

TEMPÉRATURE. — M. Gourret (2) attribue à la température des eaux superficielles de Thau un maximum de 27° en été et un minimum de + 5° et même 0° ou — 1° pendant les jours les plus froids. La moyenne hivernale serait de + 11°. Les poissons trouvent un refuge contre les grands froids dans les fonds de 6 à 10 m, ce qui prouverait que la température des eaux profondes est supérieure en hiver à celle des eaux superficielles.

Pendant près de deux ans et demi (1903, 1904 et les 3 premiers mois de 1905). M. Pavillard (3) a noté presque chaque semaine la température de surface de l'étang de Thau. Ses moyennes sont les suivantes :

Janvier.....	5°46	Mai.....	18°00	Septembre.....	19°90
Février.....	6°22	Juin.....	21°80	Octobre.....	16°33
Mars.....	9°57	Juillet.....	25°25	Novembre.....	11°90
Avril.....	13°17	Août.....	25°85	Décembre.....	7°23

Le maximum et le minimum observés atteignent 28°4 le 8 août 1904 et 3°7 le 5 janvier 1905. Par les hivers exceptionnels, le minimum descend au-dessous de 0° et la

(1) L. GAUCHER. *Étude bactériologique des huîtres de Cette et de l'étang de Thau*. Note communiquée à l'Acad. de Médecine, séance du 23 juillet 1907. Montpellier, 1907.

(2) GOURRET. *Les étangs saumâtres du midi de la France et leurs pêcheries*, p. 4 et p. 379.

(3) PAVILLARD. Thèse de Doctorat, 1905, pp. 18-23.

surface se congèle (18 janvier 1891). Des oscillations secondaires d'origine météorologique se superposent aux variations saisonnières : les vents de terre amènent un abaissement de 1° à 3° ; au contraire, à la fin de l'automne et en hiver, l'afflux des eaux de la Méditerranée poussées par les vents marins réchauffe l'étang. La température superficielle n'est sans doute pas uniforme sur l'étendue entière de Thau : les régions centrales doivent être, selon les saisons, plus chaudes ou plus froides que les zones côtières et la végétation semble empêcher la température de trop s'élever en été sur les hauts-fonds recouverts d'herbes. Ce dernier résultat est en désaccord avec les observations plus anciennes de Régy (1), qui avait noté le même jour à la même heure 19°0 dans les parties de Thau profondes de plus de 1 m, 24°0 vers les bords où la profondeur n'était que de 0,25 à 0,30 cm et 29° à 30° lorsque les herbes nombreuses de fond et de surface s'opposaient à tout renouvellement de l'eau. Les mesures comparatives de M. Pavillard à divers niveaux ne lui ont jamais montré de différence notable entre le fond et la surface.

Nous nous sommes servis pour mesurer la température de l'eau de deux thermomètres à retournement système Negretti-Zambra et système Chabaud. Les observations sont inscrites dans le tableau suivant :

Date	Heure	Stations	Prof. en m.	Distance à la pointe de la Bordigue m.	Temp. Surface	Temp. Fond
1908						
1 sept.	9 ^h 30' m.	St. 99. Près de Roquerols.....	7.8	1.2	21°1	20°1
—	10 m.	St. 90. Milieu du Grand Etang.....	6.7	3.7	21°5	»
—	10 30' m.	St. 110. Est du Grand Etang.....	9.5	2.1	21°3	20°1
3 sept.	10 m.	St. 82. Milieu des Eaux Blanches....	5.2	0.8	20°3	»
—	11 m.	St. 54. Canal des Etangs.....	3.8	0.8	20°3	»
8 sept.	5 s.	Entre la Bise et la pointe de Balaruc.	4.0	1.6	21°1	»
10 sept.	4 s.	St. 75. Milieu des Eaux Blanches....	5.0	0.8	21°0	»
11 sept.	2 30' s.	Entrée du canal du Midi.....	1.7	8.9	19°7	»
12 sept.	3 s.	St. 113. Milieu du Grand Etang... ..	10.0	3.5	20°1	20°1
14 sept.	3 s.	St. 80. Ouest du Grand Etang.....	5.1	6.1	19°3	»
1909						
10 mai.	3 30' s.	Crique de l'Angle.....	2.0	2.5	16°6	»
—	3 45' s.	Entre la Bise et Roquerols.....	5.0	1.6	16°3	»
—	4 s.	Entre Roquerols et le Barrou.....	6.0	0.8	15°9	»
—	4 30' s.	Est des Eaux Blanches.....	4.0	0.9	16°0	»
11 mai.	2 s.	St. 47. En face du Quinzième.....	3.5	7.9	17°7	17°3
—	3 s.	St. 89. En face du château de Villeroi.	6.5	5.3	17°1	16°0
—	4 s.	St. 111. En face de Mèze.....	9.5	3.2	16°9	14°8

(1) RÉGY. *Assainissement du littoral méditerranéen du département de l'Hérault*. Montpellier, 1868, pp. 52-53.

Comme les mesures se rapportent à deux périodes limitées, on se bornera à remarquer, au sujet des variations saisonnières de la température superficielle, la concordance assez sensible des résultats obtenus avec ceux de M. Pavillard. Les mesures de septembre 1908, à la fin d'un été très doux, fournissent une moyenne de 20°5, légèrement inférieure à celle de la première moitié de septembre 1903 et 1904, voisine de 21°8. La seconde série de mesures, dans la première quinzaine de mai 1909, permet de calculer une moyenne de 16°6 pour cette période au lieu de 16°3 pour 1903 et 1904.

Le mistral, qui s'est élevé le 13 septembre 1908, a déterminé un abaissement de température.

L'insolation exerce une influence d'autant plus considérable que la couche d'eau est plus mince et que le fond est plus sombre. Les lames d'eau épaisses de quelques centimètres acquièrent, quand elles sont exposées au soleil, des températures supérieures de plus de 10° à celle de l'air ambiant. Les minces couches d'eau qui recouvrent un fond sombre sur les bords de l'étang atteignent facilement plus de 30° en été.

Les mesures effectuées à la pointe de la Bordigue et dans l'étang montrent que l'oscillation diurne de la température ne dépasse pas quelques dixièmes de degré à l'exception des bords. Au débouché du canal de la Bordigue, des variations causées par le changement de sens des courants s'ajoutent à la variation diurne.

Les températures des diverses régions de Thau dépendent de leur distance au canal de la Bordigue. Le 1^{er} septembre 1908, on note les températures de surface suivantes : 21°1 à 1,2 milles du débouché du canal, 21°3 à 2,1 milles, 21°5 à 3,7 milles. Le 10 mai 1909 la température de surface était de 15°9 à une distance de 0,8 milles du canal, de 16°0 à 0,9 milles, de 16°3 à 1,6 milles, de 16°6 à 2,5 milles, et le lendemain de 16°9 à 3,2 milles, de 17°1 à 5,3 milles et de 17°7 à 7,9 milles. Pendant la période où la température de la mer est inférieure à celle de Thau, celle des eaux superficielles de l'étang est d'autant plus élevée qu'on s'éloigne davantage des canaux. L'inverse semble se produire lorsque les eaux de l'étang deviennent plus froides que celles de la mer.

Les mesures de septembre 1908 et de mai 1909 ont montré des différences notables entre les eaux de surface et les eaux du fond. (1) Une seule fois (St. 113), pendant un fort mistral, la température superficielle s'est trouvée égale à la température du fond par suite d'un mélange partiel des eaux sous-jacentes plus froides, du manque d'insolation, de l'évaporation et du refroidissement au contact de l'air incessamment renouvelé. Les différences, quand elles existent, diminuent lorsqu'on s'écarte du canal de la Bordigue (10 mai 1909, St. 111, distance 3,2 milles, différence entre la température de surface et celle du fond 2°1; St. 89, distance 5,3 milles, différence 1°1; St. 47, distance 7,9 milles, différence 0°4). On en conclut que la température est plus voisine de celle de la mer au

(1) On a vu que M. Pavillard n'avait trouvé aucune différence sensible. Ses mesures ont été effectués à un moment où les eaux de l'étang et de la Méditerranée possédaient à peu près la même densité (voy. Pavillard, *loc. cit.* pp. 24-26). Or l'excès de densité est le seul motif pour lequel l'eau méditerranéenne descend au fond de l'étang et, par des apports incessants, y maintient l'existence d'une couche d'eau dont la température, voisine de celle de la mer, est généralement différente de celle de la surface de l'étang.

fond de l'étang qu'à sa surface ; les différences s'atténuent à des distances de plus en plus grandes du débouché du canal.

Les variations de température dans les diverses régions de Thau et à divers niveaux proviennent des courants des canaux. Les eaux marines apportées au printemps et en été sont souvent plus froides que celles de la Méditerranée à quelques milles au large ; il en résulte, lorsque ce phénomène se produit, une diminution de la température moyenne de l'étang et, pendant la saison chaude, une augmentation des différences suivant les régions et les profondeurs.

DENSITÉ. — D'après M. Gourret (1), la densité des eaux de l'étang « ne paraît pas différer sensiblement de celle de l'eau de mer... » Pourtant M. Gourret signale des différences assez notables pour être décelées par un appareil aussi peu précis que l'aréomètre Baumé. Ses observations relevées en 1891-1895 lui montrent que le degré en sel oscille entre 3°2 et 3°5 avec les courants de sortie et entre 3°3 et 3°8 avec les courants d'entrée. La densité serait amoindrie à l'est des Eaux-Blanches à cause de l'apport d'eaux douces en hiver.

La valeur de la salinité de 12 échantillons d'eau de Thau a été calculée par M. Pavillard (2) en fonction de la quantité de chlore ; le maximum et le minimum atteignent 37,20 le 10 septembre 1904 et 30,73 le 9 février 1905 ; ils correspondent aux densités à 0°, 1,02990 et 1,02469 ; la moyenne des observations : 36,65, correspond à une densité à zéro de 1,02946 et concorde avec les valeurs trouvées par d'autres observateurs pour l'eau de la Méditerranée occidentale près de la côte.

Deux séries d'échantillons recueillis à la fin de l'été 1908 et au milieu du printemps 1909 donnent des résultats différents des précédents. La densité a été mesurée avec un aréomètre Buchanan grand modèle et ensuite par la méthode du flacon ; les différences dépassent rarement 2 à 4 unités de la cinquième décimale. Le tableau suivant indique la densité à zéro S_4^0 déterminée au pycnomètre et la densité *in situ* S_4^0 calculée à l'aide du graphique de M. Thoulet (3).

(1) GOURRET, *loc. cit.*, pp. 3 et 4.

(2) PAVILLARD, *loc. cit.*, pp. 24-26.

(3) J. THOULET. *Détermination de la densité de l'eau de mer*. Océanographie. Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897-1898-1899. Anvers, Buschmann, 1907.

Date	Heure	Stations	Prof. du fond m.	Distance à la pointe de la Bordigue milles	Prof. de la prise m.	Temp. de l'eau	Densité <i>in Situ</i> S ₄	Densité à 0° S ₄
1908								
1 sept.	10 ^h m.	St. 90. Milieu du Grand Etang.....	6.7	3.7	surf.	21°5	1.02279	1.02639
3 sept.	10 m.	St. 82. Milieu des Eaux Blanches....	5.2	0.8	surf.	20°3	1.02340	1.02670
—	11 m.	St. 54. Canal des Etangs.....	3.8	0.8	surf.	20°3	1.02350	1.02680
10 sept.	4 s.	St. 75. Milieu des Eaux Blanches..	5.0	0.8	surf.	21°0	1.02333	1.02686
11 sept.	2 30' s.	Entrée du canal du Midi.....	1.7	8.9	surf.	19°7	1.02295	1.02605
12 sept.	3 s.	St. 113. Milieu du Grand Etang....	10.0	3.5	surf.	20°1	1.02355	1.02680
—	3 s.	St. 113. Milieu du Grand Etang....	10.0	3.5	9.5	20°1	1.02442	1.02774
14 sept.	3 s.	St. 80. Ouest du Grand Etang.....	5.1	6.1	surf.	19°3	1.02357	1.02657
1909								
10 mai.	3 ^h 30' s.	Crique de l'Angle.....	2.0	2.5	surf.	16°6	1.01735	1.01945
—	4 s.	Entre Roquerols et le Barrou.....	6.0	0.8	surf.	15°9	1.01830	1.02026
—	4 30' s.	Est des Eaux Blanches.....	4.0	0.9	surf.	16°0	1.01900	1.02098
11 mai.	2 s.	St. 47. En face du Quinzième.....	3.5	7.9	surf.	17°7	1.01715	1.01947
—	3 s.	St. 89. En face du château de Villeroi.	6.5	5.3	surf.	17°1	1.01770	1.02003
—	3 s.	St. 89. En face du château de Villeroi.	6.5	5.3	6.5	16°0	1.02100	1.02307
—	4 s.	St. 111. En face de Mèze.....	9.5	3.2	surf.	16°9	1.01794	1.02013
—	4 s.	St. 111. En face de Mèze... ..	9.5	3.2	9.5	14°8	1.02363	1.02558

La densité de l'eau de l'étang, qui a toujours été trouvée de beaucoup inférieure à celle de la mer et plus considérable au fond qu'à la surface, est plus élevée en septembre qu'en mai. (A la surface, moyenne en septembre 1,02669, en mai 1,02005 ; maximum en septembre 1,02686 ; minimum en mai 1,01945 ; au fond, à peu près au même point de l'étang, 1,02774 en septembre et 1,02558 en mai). Du 1^{er} au 12 septembre, la densité de l'eau recueillie en deux points voisins a légèrement augmenté. Les mesures effectuées à la pointe de la Bordigue ont indiqué un accroissement de densité comparable. Lorsqu'il ne pleut pas, le renouvellement de l'eau par les courants et l'excès de l'évaporation sur l'apport d'eau douce déterminent une lente augmentation. Après une pluie, on constate une diminution brusque, surtout à la surface où les eaux douces se répandent sans trop se mélanger avec les eaux du fond à cause des différences de densité. Les variations saisonnières, qui sont considérables, ont donc lieu par augmentation graduelle et par diminution brusque de la densité ; elles sont plus accentuées à la surface qu'au fond, (différence de septembre à mai 0,00664 à la surface, en moyenne, et 0,00216 au fond).

Les mesures montrent qu'à des distances de plus en plus grandes du canal de la Bordigue, l'eau devient de moins en moins dense et la différence entre la surface et le fond s'atténue ; les observations du 11 mai 1909 sont particulièrement instructives à cet égard.

On constate que l'eau devient saumâtre au débouché d'un ruisseau, par exemple dans la crique de l'Angle où se déversent l'Avène et l'Issanka.

Les variations de densité à divers niveaux et dans les différentes régions de l'étang sont parallèles aux variations de température et sont déterminées comme elles par les courants des canaux. Les monticules des cadoules interviennent en protégeant le fond contre le mouvement des vagues et permettent à la stratification par ordre de densités croissantes de se maintenir malgré l'agitation des eaux superficielles. (Exemple le 12 septembre 1908, jour de fort mistral.)

COMPOSITION CHIMIQUE. — On a dosé dans quelques échantillons d'eau de l'étang les halogènes et l'acide sulfurique par les méthodes habituelles : dosage des halogènes par une solution titrée d'azotate d'argent en se servant de chromate de potasse comme réactif indicateur et en déterminant le titre de la solution à l'aide de l'eau de mer normale du laboratoire central de Christiania ; dosage de SO^3 par précipitation par le chlorure de baryum et pesées, en versant dans l'eau de mer bouillante le réactif goutte à goutte pour empêcher le précipité de retenir par attraction moléculaire des sels qui augmentent son poids. Les résultats donnés dans le tableau ci-dessous expriment quel est pour 1000 grammes d'eau de mer le nombre de grammes d'halogènes (supposés tous à l'état de Cl) et de SO^3 . On a indiqué en même temps le chlore calculé en fonction de la densité à 0° d'après les *Hydrographische Tabellen* de Knudsen (1).

Date	Stations	Densité à 0° S°	Halogènes	Cl. Hydr. Tab.	SO ³
1908					
10 sept.	St. 75. Milieu des Eaux Blanches....	1.02686	18.46	18.50	2.070
12 sept.	St. 113. Milieu du Grand Etang....	1.02680	18.41	18.46	2.080
—	St. 113. Fond 9.5 m.....	1.02774	19.09	19.11	2.121
14 sept.	St. 80 Ouest du Grand Etang:.....	1.02657	18.24	18.31	2.038
1909					
10 mai.	Crique de l'Angle.....	1.01945	13.33	13.40	1.506
—	Entre Roquerols et le Barrou.....	1.02026	13.93	13.95	1.575
—	Est des Eaux Blanches.....	1.02098	14.41	14.45	1.628
11 mai.	St. 47. En face du Quinzième.....	1.01947	13.35	13.41	1.497
—	St. 89. En face du château de Villeroi.	1.02003	13.75	13.80	1.542
—	St. 89. Fond 6.5 m.....	1.02307	15.84	15.89	1.782
—	St. 111. En face de Méze.....	1.02013	13.84	13.87	1.556
—	St. 111. Fond 9.5 m.....	1.02588	17.79	17.83	2.008

(1) MARTIN KNUDSEN. *Hydrographische Tabellen*. Copenhague, 1901.

La teneur en halogènes de l'eau de Thau est constamment inférieure à celle de l'eau de mer normale. Cette diminution de la proportion de chlore, qui ne se constate pas pour la Méditerranée, provient de ce que la composition chimique de l'eau de l'étang dépend à la fois de celle des eaux de ruissellement et des sources qui alimentent son bassin et de celle de la Méditerranée ; or les premières contiennent une proportion de chlore par rapport au total des sels dissous moindre que celle de l'eau de mer ; le rejet à l'étang des eaux mères des salines exerce une influence encore plus considérable. La teneur en SO^3 est légèrement plus élevée pour Thau que pour la Méditerranée.

COLORATION. — La couleur verdâtre de l'étang avait déjà été remarquée ; mais on ne possédait aucune mesure précise. Pour les observations colorimétriques, les verres teintés sont préférables aux tubes dont la surface produit des reflets et qui contiennent des solutions dont plusieurs sont bientôt décomposées. On a employé (1) soit un tube à verres colorés, soit un chapelet colorimétrique. Les gammes se rapportent à la série Forel pour la mer (I à IX du bleu au vert jaunâtre) et à la série de tonalité (numéros d'autant plus élevés que la teinte est plus sombre).

La couleur du sol masque souvent celle de l'eau, On se sert d'un miroir incliné à 45° et immergé complètement au bout d'une perche. En se tenant directement au-dessus du miroir, on aperçoit par réflexion une tranche d'eau également éclairée de longueur infinie.

L'eau de Thau est d'un vert sale. Plusieurs mesures effectuées en mer et dans l'étang ont toujours donné les valeurs suivantes de la coloration en septembre 1908 :

III en mer à quelques milles au large.

III à IV en mer à une distance de la côte inférieure à 2 ou 3 milles.

IV dans le port.

Au débouché du canal de la Bordigue dans Thau, IV lorsque le courant vient de la mer et V lorsqu'il vient de l'étang.

V pour tout l'étang, y compris la Bise.

En mai 1909 la coloration de l'étang est VI.

Les diverses teintes correspondent au n° 4 de la série de tonalité, à l'exception de celle de la Bise qui est plus sombre.

L'eau pure est bleue ; la couleur verdâtre de Thau, sa teinte sale sont dues aux organismes et à la vase en suspension et aussi à ce que les matières organiques, qui avec les sulfures colorent les sédiments en noir, se dissolvent dans l'eau lorsque le fond est agité. L'étang est plus vert au printemps quand les apports d'eaux douces limoneuses et chargées de matières humiques sont plus considérables.

TRANSPARENCE. — L'agitation des vagues, le sillage d'un bateau, le labourage du sol par les râteaux des pêcheurs de clovisses soulèvent la vase qui demeure longtemps en

(1) Voy. J. THOULET. *Instruments et opérations d'océanographie pratique*. Chapelot, Paris, 1908, p. 96 et pp. 100-109.

suspension. D'après M. Pavillard, lorsque les eaux sont calmes, la transparence plus forte en hiver qu'en été (7,0 m contre 5,5 m) varie en raison inverse de la quantité de plankton (1).

Une série de mesures a donné en septembre 1908 les résultats suivants en mer et dans l'étang :

EN MER. 29.0 m à 8.5 milles de la côte, le 4 septembre.
28.0 m à 5.6 milles de la côte, le 7 septembre.
20.0 m à 1.4 milles de la côte, le 10 septembre
18.1 m à 2.3 milles de la côte, le 4 septembre.
supérieure à 9.0 m à 0.9 milles de la côte, le 4 septembre (2).

DANS L'ÉTANG. 7.0 m à la source de la Bise, le 8 septembre.
5.4 m près de Roquerols, le 1^{er} septembre.
supérieure à 5.2 m au milieu des Eaux-Blanches, le 3 septembre (2).
supérieure à 5.1 m à l'ouest du Grand Etang, le 14 septembre (2).
5.1 m au milieu du Grand Etang, le 14 septembre.
3.0 m au milieu du Grand Etang, le 12 septembre.

L'instrument employé a été un disque de Secchi d'un diamètre de 30 centimètres et peint à la céruse. Les résultats à l'aide d'un disque émaillé sont à peine supérieurs de 1/2 pour cent.

La transparence, forte en mer, décroît près de la côte et dans Thau. La plupart des mesures dans l'étang concordent (5,1 m à 5,4 m). Le 12 septembre, jour de fort mistral, la transparence s'est abaissée à 3,0 m ; le surlendemain, bien que le vent ne se fût pas complètement calmé, elle était redevenue voisine de sa valeur normale en été.

(1) PAVILLARD, *loc. cit.*, pp. 23-24.

(2) Le disque de Secchi était encore visible au fond.

E. La source de la Bise.

HISTORIQUE. — Dans la Crique de l'Angle, entre Balaruc-les-Bains et Bouzigues, jaillit une source sous-marine dont l'existence est révélée par un bouillonnement continu à la surface de l'eau. Connue depuis longtemps parce que les pêcheurs viennent en hiver y faire des pêches fructueuses, elle a été désignée sous différents noms : l'Abîme, l'Abyse ou l'Avysse, ou bien source de la Vise ou enfin de la Bise.

Astruc donne une description détaillée (1) de cette source. « Au milieu de l'étang de « Taur, écrit-il, entre les bains de Balaruc et le village de Bouzigues... il y a une source « abondante... qui naît dans l'étang même. L'eau en est douce et bonne à boire ; elle « bouillonne et s'élève même quelquefois au-dessus de l'étang de près d'un pied en « formant une espèce de grosse gerbe de plus d'une toise et demie de diamètre, et alors « elle repousse à la circonférence les barques qu'on veut faire passer dessus. Quelque « vent qu'il fasse, il n'y a jamais de vagues en cet endroit, parce que les bouillons qui en « sortent les arrêtent. On assure aussi que cet endroit de l'étang ne gèle jamais dans les « plus grands froids, quoique le reste de l'étang soit gelé. Enfin on dit qu'on n'a jamais pu « trouver le fond avec la sonde en cet endroit : on sait le cas qu'on doit faire de pareils « discours, qui n'ont jamais été vérifiés, ou qui ne l'ont point été comme il faut, et dont la « fausseté serait bientôt manifeste si l'on voulait se donner la peine de faire une expé- « rience exacte. Mais du moins cela prouve qu'on est convaincu que l'étang est en cet « endroit plus profond qu'ailleurs, ce qui est très apparent. L'abondance de l'eau que « jette cette source... varie suivant les pluies et, comme il est aisé de le comprendre, la « gerbe... est d'autant plus sensible et plus large que l'eau sort plus abondamment. »

La carte n° 5172 du cap d'Agde à Palavas et la carte à plus grande échelle de l'étang de Thau n° 10059, levées par le Service Hydrographique de la Marine, indiquent la position de la source de la Bise et lui attribuent une profondeur de 30 mètres. La même indication se retrouve dans les *Instructions Nautiques*.

M. Gourret en parle à plusieurs reprises. (2) Il la qualifie d'« apport d'eau douce et thermale ». Le fond, où la sonde « accuse par place jusqu'à 30 mètres », est occupé « par des rochers vifs avec graviers, coquilles brisées et, par places, vase grise, fine et résistante ». Un plan de la Bise, levé par M. Gauffre, conducteur des Ponts et Chaussées à Montpellier, a été publié par M. Delebecque (3). M. Pavillard (4) pense qu'il s'agit d'une « source d'eau douce ? qui jaillit d'une profondeur de 25 mètres. » Enfin MM. Chevallier et Sudry (5) ont publié sur la source de la Bise une étude qui est ici reprise et complétée.

(1) ASTRUC. *Mémoires pour l'histoire naturelle de la province de Languedoc*. A Paris, chez Guillaume Cavelier, 1740, pp. 306-307.

(2) P. GOURRET. *Documents zoologiques sur l'étang de Thau*. Travaux de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montpellier et de la station maritime de Cette. Nouvelle série, mémoire n° 5, pp. 20-21,

(3) A. DELEBECQUE. *Les lacs français*. Chamerot et Renouard, Paris, 1898, pp. 48 et 82.

(4) J. PAVILLARD, *loc. cit.*, p. 13.

(5) CHEVALLIER et SUDRY. *La source de la Bise dans l'étang de Thau*. Bulletin de l'Institut Océanographique, n° 133, 25 février 1909.

TOPOGRAPHIE. — La pression sous laquelle l'eau jaillit de la source est assez puissante pour que la colonne issue du fond amortisse les vagues en venant se briser contre la surface de l'étang et produise un bouillonnement grossièrement circulaire de 8 à 10 mètres de diamètre, entouré d'une surface calme de 25 mètres de diamètre environ. Sur la photographie (fig 7) la nappe d'eau calme est représentée par une bande plus blanche que le reste des eaux de l'étang.

Le bouillonnement superficiel, qui d'ordinaire dépasse à peine de quelques centimètres le niveau moyen, ne demeure jamais exactement au-dessus de l'orifice. En



FIG. 7.

maintenant son embarcation autant que possible immobile au-dessus du point le plus profond, on a le bouillonnement tantôt à droite, tantôt à gauche, à des distances qui dépassent souvent trente mètres. L'action du vent, auquel le bouillonnement offre prise, n'est pas négligeable. On verra plus loin que la source est située exactement sur la ligne qui joint le débarcadère de Balaruc au clocher de Bouzigues ; or la photographie (fig. 7), prise un jour où soufflait une légère brise du sud-est, représente le bouillonnement à droite de cette ligne, c'est-à-dire au nord, ce qui montre l'influence du vent.

Pour établir le plan de la dépression sous-marine, on a repéré sur la falaise voisine trois points dont la position a été ensuite soigneusement déterminée. D'autres repères ont été en outre utilisés : le rocher de Roquerols, le clocher de Balaruc-le-Vieux et celui de Balaruc-les-Bains, ce dernier pour la portion plus éloignée de la côte, quand il apparaissait au dessus de la falaise. On s'est servi d'une machine à sonder du modèle de M. Thoulet (1), munie d'un compteur indiquant les décimètres et fonctionnant avec un câble mince en fils d'acier. Soixante-dix coups de sonde ont été donnés.

J. THOULET, *loc. cit.*, p. 51.

La cavité, du fond de laquelle jaillit la source, a la forme (fig 8) d'une cuvette dont l'ouverture est sensiblement circulaire et dont la partie inférieure a une section elliptique. Les bords sont abrupts, surtout vers le nord (fig. 9). Le fond est occupé par une région presque plane assez étendue. L'ouverture du griffon a été trouvée après de nombreux

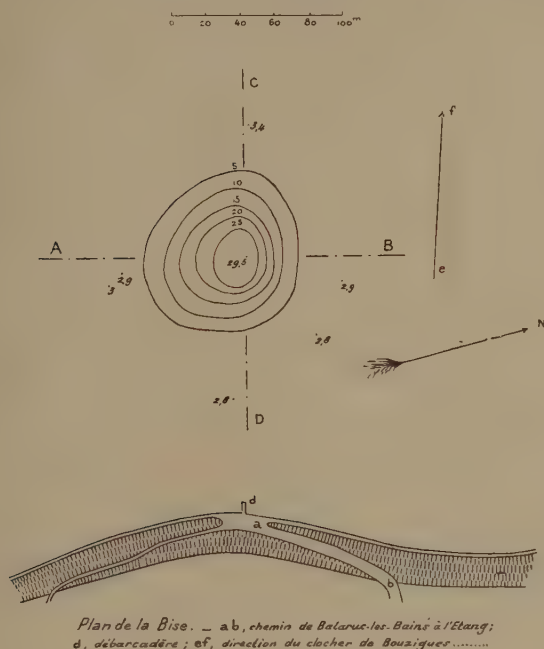


FIG. 8.

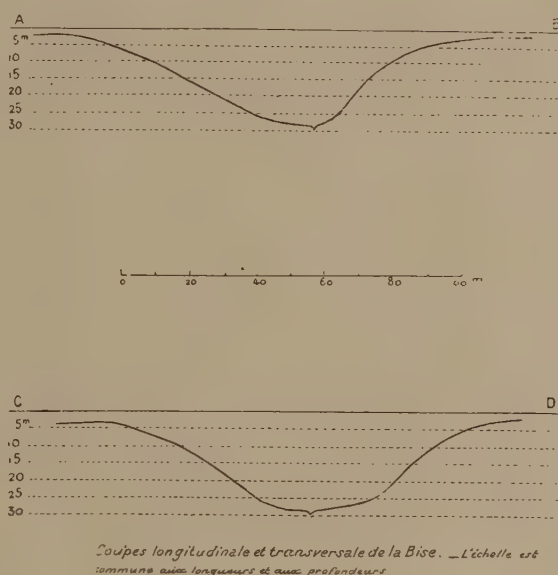


FIG. 9.

tâtonnements. Elle correspond au point le plus profond (29,7 m) ; elle est située à 150 m environ des falaises de Balaruc, sur la ligne qui joint le débarcadère au clocher de Bouzigues, et elle est plus rapprochée du bord septentrional de l'isobathe de vingt-cinq mètres que du centre même de la dépression.

En se rapportant au plan de M. Gauffre, on constate que l'accord est complet quant à la situation du fond de la source. La forme de la cuvette est différente ; elle varierait peut-être avec le temps.

TEMPÉRATURE. — Le 10 septembre 1908, la température de la source a été mesurée de 5 en 5 mètres au moyen d'un thermomètre à retournement. La température de 21°2 s'est continuée depuis le centre du bouillonnement jusqu'à la profondeur de 15 mètres au-dessus du point le plus bas. De 15 à 29 mètres, elle s'est élevée uniformément à 21°3. A la surface de l'étang, mais en dehors du remous, entre celui-ci et Roquerols, on notait le même jour 21°1. La différence entre le fond et la surface était faible au début de septembre, uniquement parce que les eaux de Thau étaient alors à peine plus froides que celles de la source. On se trouvait donc dans des conditions très favorables et la température de l'eau, au moment où elle jaillit du griffon, est certainement voisine de 21°3.

Comme à la source de Boubioz (1) dans le lac d'Annecy, les filets d'eau chaude se diffusent très rapidement au fond. Le 10 mai 1909, on notait 16°7 à 29,2 m, 17°1 à 29,4 m et, un quart d'heure plus tard, 18°9 à 29,2 m ; la différence entre deux mesures successives à la même profondeur provient du déplacement de la colonne d'eau jaillissante. Au milieu du bouillonnement le thermomètre marquait 16°6, également 16°6 à une centaine de mètres au nord de la Bise, et 16°3 seulement entre la Bise et Roquerols. L'élévation de la température jusqu'à une grande distance du jaillissement indique l'importance du débit.

La température reste à peu près constante toute l'année. L'existence de la source se révèle en hiver par des vapeurs qui se condensent en une sorte de brouillard ; de plus, lorsque, par les froids rigoureux, la crique de l'Angle se recouvre d'une couche de glace, l'emplacement de la source n'est jamais congelé.

COMPOSITION DE L'EAU. — L'instrument tout indiqué pour recueillir l'eau dans un canal étroit, tel que le griffon donnant issue à la source, était la bouteille de Mill (2). Malheureusement, comme il faut toujours commencer par de nombreux tâtonnements avant de trouver le griffon, le cylindre métallique destiné à emprisonner l'eau vient frapper le rocher avant qu'on ait atteint le point le plus profond et la bouteille se déclanche seule sans l'envoi d'un messenger.

Il devenait plus avantageux de se servir de la bouteille Richard (3). Les analyses de sept échantillons, recueillis, à l'aide de cet instrument, au fond et de 5 en 5 m au-dessus du point le plus bas, d'un échantillon pris au centre du bouillement, ainsi que des eaux de la source Bidon et de la source Romaine de Balaruc, permettaient de formuler les conclusions suivantes (4) :

« Les eaux recueillies à la Bise sont un mélange en proportions variables des eaux
« de l'étang et d'une source ayant une composition analogue à celle des eaux de Balaruc...
« (Les eaux de Balaruc, de faible densité, contiennent relativement beaucoup moins
« d'halogènes que les eaux de mer ; la quantité d'acide sulfurique est au contraire
« légèrement supérieure). La source de la Bise n'est... pas de l'eau douce. Une addition
« d'eau douce à celle de l'étang ne ferait pas diminuer la proportion de chlore et
« augmenter celle de SO_3 ; elle ne peut être qu'une eau minérale de composition se
« rapprochant de celle de Balaruc. Quant à sa minéralisation, il est difficile de la
« préciser par suite... de l'impossibilité... de la recueillir absolument exempte de tout
« mélange des eaux voisines de l'étang ».

A une seconde visite à la source, en mai 1909, on a employé l'appareil suivant. A travers trois anneaux de plomb qui tendent le fil de sonde, on introduit un tube de caoutchouc à gaz long de 32 mètres. Un entonnoir métallique de faible ouverture y est adapté et se trouve solidement attaché aux plombs de sonde qu'il dépasse légèrement.

(1) A. DELEBECQUE et L. LEGAY. *Sur la découverte d'une source au fond du lac d'Annecy*. Compte rendu de l'Académie des Sciences, 20 avril 1891.

(2) J. THOULET, *loc. cit.* p. 81.

(3) J. RICHARD. *L'Océanographie*. Vuibert et Nony, Paris, 1907, p. 111.

(4) CHEVALLIER et SUDRY, *loc. cit.*, p. 12.

Pendant la descente, le fil de sonde et le tube sont liés ensemble de distance en distance. Lorsque les plombs de sonde et l'entonnoir se sont engagés dans le griffon, on aspire l'eau dans le tube au moyen d'une pompe à main mise en communication avec un flacon à trois tubulures (fig. 10). Bientôt il n'est plus nécessaire de pomper. L'eau de la Bise, plus légère, doit s'élever au-dessus de celle de l'étang. Les densités données plus loin permettent de calculer une différence théorique de 50 cm; en réalité, le filet d'eau cesse lorsqu'on élève le flacon à 40 cm environ au-dessus du niveau de Thau. L'eau, recueillie exempte de tout mélange avec celle de l'étang, est douce au goût; elle est chargée de gaz carbonique qui se dégage en bulles dans le flacon. Les dernières portions sont conservées pour l'analyse.

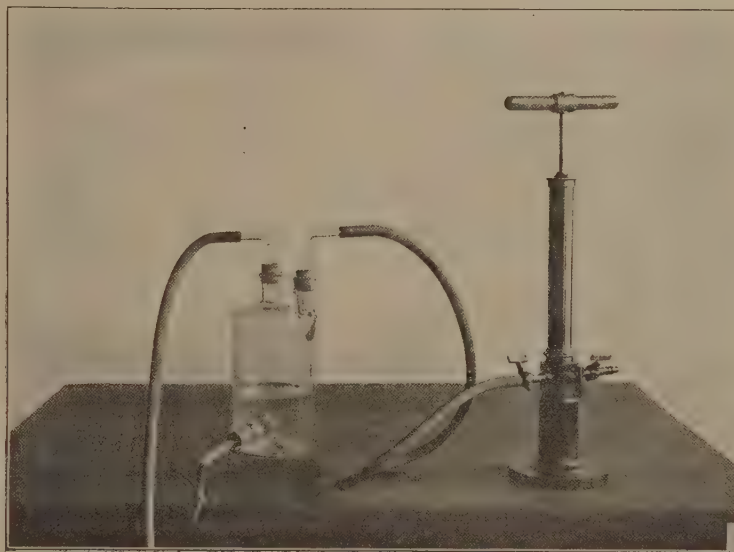


FIG. 10.

Le tableau ci-dessous donne, pour la Bise et pour deux sources de Balaruc, la température, la densité à 0° déterminée au pycnomètre, le poids en grammes des halogènes et celui de SO^3 par kilogramme d'eau. La chloruration déduite de la densité à 0° en se servant des *Hydrographische Tabellen* (1) et la quantité de SO^3 contenue dans une eau de mer diluée sont indiquées en même temps (2).

Provenance de l'eau	Temp.	Densité à 0°	Halogènes	Cl. Hydr. Tab	SO^3	SO^3 eau de mer diluée
Source de la Bise.....	21°3	1.00215	1.29	1.51	0.174	0.163
Balaruc, source Romaine.....	47°8	1.00799	4.98	5.51	0.600	0.599
Balaruc, source Bidon.....	19°0	1.00760	4.88	5.24	0.613	0.580

(1) MARTIN KNUDSEN. *Hydrographische Tabellen*. Copenhague, 1901.

(2) Béchamp et A. Gautier ont trouvé 4,949 de chlore et 0,653 d'acide sulfurique pour la source Romaine, au printemps de l'année 1859.

L'eau de la Bise n'est pas tout à fait douce : sa densité est 1,00215. Elle n'est pas un mélange d'eau douce et d'eau de mer : elle renferme une proportion d'halogènes bien inférieure et une proportion de SO^3 légèrement supérieure. Elle contient des carbonates et de l'acide carbonique libre. Par ses caractères, elle se rapproche du groupe des eaux de Balaruc, dont l'acide carbonique fait virer passagèrement au rose le papier de tournesol bleu (1), eaux chlorurées sodiques et de minéralisation assez faible. Suivant la règle générale, la minéralisation doit diminuer d'une source à l'autre lorsque la température décroît.

ORIGINE DE LA SOURCE. — On se rappelle que l'étang de Thau est situé au bord d'une région d'effondrement et que certains auteurs ont même voulu expliquer la séparation de la colline de Cette et du continent par une disparition sous les eaux de terres dont l'îlot de Roquerols constituerait le dernier vestige. Les environs de Roquerols offrent l'aspect d'une région récemment disloquée. Diverses sources thermales chlorurées sodiques y prennent naissance : le groupe de Balaruc, comprenant la source Ancienne et la source Romaine dont la température se maintient voisine de 47°, la source Bidon 19° et la source communale 16° et, dans la plaine au nord de Cette, au lieu dit « les Métairies », la source Saint-Joseph avec une température de 36°.

La minéralisation de ces sources paraît due à leur passage à travers le trias, et plus particulièrement à travers les marnes irisées qui en constituent l'étage supérieur. M. Jacquot (2) fait remarquer le développement que prennent le terrain permien et le trias aux environs de Lodève et, plus au sud, vers Roujan à la lisière de la Montagne Noire. Quelques pointements anormaux dans la plaine sont autant de jalons de ces terrains entre la Montagne Noire et la Méditerranée. A 90 kilomètres au sud-ouest de Cette, la fontaine d'Estramer (3) qui sourd près d'un étang salé au pied de la montagne triasique de Salses possède une température et une composition très voisines de celles de la Bise (température 19° ; total des sels dissous = 2,659 ; $\text{Cl} = 1,44$; $\text{SO}^3 = 0,201$). D'après la situation de la Bise et la composition de ses eaux, il y a lieu de présumer qu'elle doit également sa minéralisation à son passage à travers les sédiments supérieurs du trias.

Il existerait en outre quelques preuves de sa communication avec les sources de Balaruc. Les eaux exploitées à l'établissement thermal suintent au fond d'un puits avec un débit variable suivant la hauteur de l'eau : 1000 mcb par jour à la cote — 1,444 m, par rapport du niveau de l'étang, 720 mcb à la cote — 0,876 m, et 62 mcb au déversoir à + 0,379 m ; on voit par extrapolation que l'eau parvenue entre + 0,5 et + 0,6 m cesserait de s'élever. L'eau du puits coule vers l'étang par un canal de vidange à pente très faible, qui, il y a quelques dizaines d'années, réglait seul le débit et qu'on est obligé de fermer par des vannes au moment d'une hausse de l'étang. Par les vents du sud, le niveau s'élève dans les Eaux-Blanches, il tend à monter également à Balaruc et le débit augmente.

(1) A. PLANCHE. *Balaruc-les-Bains au point de vue de ses indications et contre-indications thérapeutiques*. 3^e édit., Coulet, Montpellier, 1889, p. 17.

(2) E. JACQUOT. *Les eaux minérales de France*. Paris, 1894.

(3) Analyse d'ANGLADA in P. GOURRET. *Les étangs saumâtres du midi de la France et leurs pêcheries*. Ann. Musée Hist. Nat. de Marseille, 1897, tome V, mémoire n° 1, p. 357.

Au contraire, si le niveau de l'étang vient à baisser, le niveau et le débit diminuent à l'établissement thermal (1) et, par suite, la température de la masse d'eau stagnante incessamment refroidie décroît notablement.

Ces variations de niveau, de débit et de température peuvent s'expliquer par l'existence de communications restreintes entre les nappes d'eau qui alimentent la Bise et les sources de Balaruc, communications insuffisantes pour permettre un échange d'eaux important, mais suffisantes pour laisser s'établir un équilibre de pression.

Lorsque, par les vents du sud, le niveau de l'étang s'élève, la Bise, ayant une pression plus considérable à vaincre pour sortir de son orifice, reflue en partie vers la source de Balaruc dont le débit augmente. Quand, au contraire, par les vents du nord, le niveau de l'étang décroît, la pression au-dessus de la Bise s'abaisse, la source jaillit plus facilement, la pression diminue en même temps à Balaruc et le débit devient plus faible à l'établissement thermal. Balaruc servirait de régulateur ou de tube de sûreté à la source de la Bise ; les 29,7 mètres d'eau plus dense et plus froide de l'étang doivent être contrebalancés par 30,3 mètres environ d'eau thermale et moins dense, soit une différence de 0,6 m précisément égale à l'élévation maxima de l'eau dans le puits de Balaruc. L'abaissement de température correspondant à la diminution du débit provient du refroidissement plus rapide que subit, par conductibilité, une moindre quantité d'eau traversant diverses roches plus froides depuis le point où elle a acquis sa température maxima jusqu'à la surface. Le parcours dans les terrains sous-jacents est assez long ; l'influence d'une variation notable du niveau de l'étang ne se fait sentir sur le débit de la source qu'après plusieurs jours. Comme beaucoup de sources minérales, la densité de l'eau de Balaruc augmente en été et diminue pendant la saison des pluies (2).

L'hypothèse d'une communication entre Balaruc et l'étang par l'intermédiaire de la Bise avait été émise en attribuant toujours aux eaux de Thau la minéralisation des eaux de Balaruc. L'opinion du D^r Nicolas, que l'étang alimente la source thermale (3), paraît évidemment erronée ; elle a pourtant été reprise, légèrement modifiée, par Duponchel (4). Pour cet auteur, « on ne saurait contester que l'eau de Balaruc ne soit un mélange d'eau douce et « d'eau salée provenant, l'eau douce d'un réservoir souterrain de la Gardiole..., l'eau « salée probablement de l'étang de Thau ». Une faille obstruée à sa partie supérieure de manière à former les deux branches d'un siphon aboutissant l'une à la Bise, l'autre dans le réservoir de la Gardiole au voisinage de Balaruc, expliquerait le jaillissement de la source exploitée à l'établissement des Bains à 1 mètre environ au-dessus du niveau de la mer, si l'on admet que, la profondeur du siphon étant n mètres, la densité des eaux dans la branche aboutissant à l'étang de Thau est supérieure de $1/n$ à la densité dans la branche continentale. Cette faille donnerait lieu à un double mouvement vertical : des eaux chaudes qui remontent du fond, des eaux froides de l'étang qui descendent de la surface.

(1) J. L. ALIBERT. *Précis historique sur les eaux minérales les plus usitées en médecine*. Paris, 1826.

(2) BÉCHAMP et A. GAUTIER. *Nonvelle analyse chimique de l'eau thermale de Balaruc-les-Bains*. Compte-rendu Acad. Sc., 1861, tome LII, p. 863.

(3) In J. L. ALIBERT, *loc. cit.*

(4) *Géographie générale du département de l'Hérault*. Tome I, *Géographie physique*. Montpellier, 1891, p. 236.

Ce double courant se ramifiant dans les deux branches du siphon amènerait une partie des eaux salées dans le réservoir de la Gardiole, une partie des eaux douces dans la Bise et leur mélange dans la source thermale intermédiaire de Balaruc.

On avait pourtant objecté que les eaux de Balaruc contenaient du cuivre, sans trace d'iode et celles de Thau de l'iode, sans trace de cuivre (1). De plus, nous avons vu que ni les eaux de Balaruc, ni celles de la Bise ne correspondent à un simple mélange d'eau douce et d'eau de mer. Dans l'hypothèse de communications limitées entre les diverses nappes d'eaux froides et douces, ou chaudes et minéralisées, qui alimentent des sources peu différentes situées à quelques dizaines ou à quelques centaines de mètres de distance, le niveau des sources est réglé par la pression qui s'exerce au-dessus de la Bise, orifice d'écoulement principal.

NATURE DU FOND. — La région de la Bise est trop particulière pour que l'étude des sédiments qui s'y déposent soit séparée de celle de sa topographie et des caractéristiques de ses eaux.

Tout autour de l'entonnoir, par des profondeurs de 2,80 m et 3,25 m, on trouve, à l'est et à l'ouest, un sable vaseux gros, extrêmement calcaire, avec une forte quantité de gravier composé de coquilles entières et brisées. Après attaque par l'acide chlorhydrique il reste 2,5 % de sable, 0,5 de fins-fins et 14,0 % d'argile. La composition minéralogique est la même que celle des fonds voisins. La régularité de la température en cette région et le renouvellement de l'eau expliquent l'abondance des coquilles.

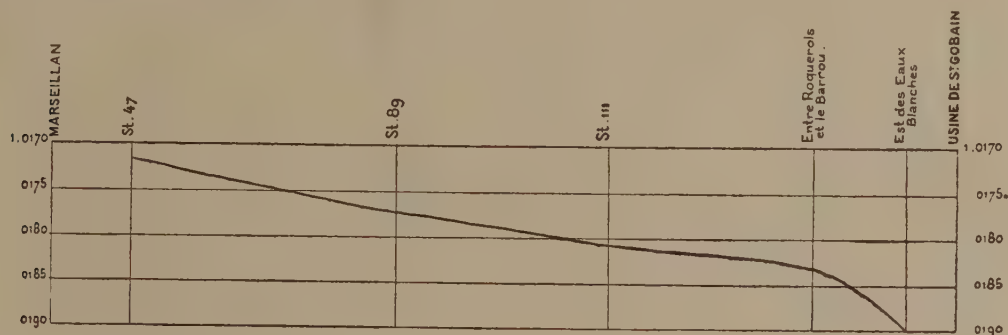
Sur les parois, à 15 m de profondeur, on a pris un échantillon d'une vase sableuse calcaire très résistante. Les minéraux non calcaires sont surtout des fins-fins (70 % contre 1,5 % de grains sableux) et la composition minéralogique est identique à celle des dépôts de la Crique de l'Angle. La grande consistance de cette vase paraît être en relation avec sa richesse en matières organiques. Elle est grise, sans sulfures, mais avec une proportion de sulfates suffisante pour que quelques milligrammes, après réduction par le carbonate de soude, produisent, sur une lame d'argent humectée, une large tache noire. Sans la consistance de ce sédiment, on s'expliquerait difficilement sa présence sur des parois abruptes sans cesse balayées par des remous. A la partie inférieure de la cuvette, à 26 et à 28 mètres, on recueille des coquilles entières et des débris de *Zostères* avec très peu de vase sableuse. A 29,5 m, le plomb de sonde a rencontré les aspérités d'une roche. Le fond, partout très dur, est formé par un rocher dont la vase résistante remplit les creux.

L'abondance de l'argile et des fins-fins sur les parois et au milieu de la cuvette, la présence de *Zostères* à demi décomposées manifestent l'existence d'un double système de courants : à la surface, une eau moins dense se répand dans toutes les directions autour du bouillonnement en s'en éloignant ; et les eaux plus denses de l'étang descendent en sens inverse depuis les bords jusqu'au fond de l'entonnoir.

(1) BÉCHAMP. *Montpellier médical*, n° de mai 1861.

F. Régime hydrographique de l'étang de Thau.

Le régime hydrographique de l'étang de Thau est assez instable et se trouve en liaison étroite avec les phénomènes météorologiques. La densité dépend de la différence entre l'apport d'eaux douces et l'évaporation : en temps normal, cette différence est positive et les eaux de Thau restent notablement moins denses que celles de la mer. Leur température varie comme celle de l'air ambiant. Leur coloration devient plus verte lorsque les eaux de pluie amènent en abondance les matières organiques. Leur transparence change considérablement de valeur suivant l'état des eaux calmes, ou agitées par le vent.



Coupe pycnométrique de l'étang de Thau
10-11 Mai 1909

FIG. 11.

Tandis que, dans les bassins fermés et profonds, la température et la densité, variables à la surface, se régularisent en profondeur par une circulation verticale, dans l'étang de Thau, peu profond, communiquant avec la mer par le port de Cette, les variations de température et de densité des eaux situées à quelques mètres de profondeur sont atténuées par des courants horizontaux. Du double mouvement journalier de va-et-vient qui se produit dans les canaux résultent un courant profond se dirigeant vers Roquerols et vers le Plan de l'Air et un courant de surface, de Marseillan vers Roquerols et vers Cette, ainsi que le montre la figure 11 qui représente le relief pycnométrique de Thau en coupe longitudinale. La différence de niveau entre deux points voisins est inversement proportionnelle aux densités *in situ* respectives ; et le graphique représente à la fois les variations de la densité et la forme du profil de la nappe d'eau plus ou moins salée. Les molécules d'eau superficielles descendent de l'ouest vers l'est, pour sortir par les canaux et être remplacées au fond par de l'eau plus dense.

V

ÊTRES VIVANTS ET PRODUITS DE L'ÉTANG DE THAU

Flore et Faune. Caractères généraux. *Flore*: phytobenthos; phytoplankton. *Faune*: zoobenthos; zooplankton, nekton. — *Les pêches.* — *Les saunes.*

A. Flore et faune.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX. — Les conditions physiques et chimiques de la nappe d'eau salée ne sont pas identiques pour la mer et pour l'étang; la dissémination des organismes méditerranéens se trouve, par conséquent, limitée. Les différences entre Thau et la mer sont plus accusées à la surface qu'en profondeur, loin du canal de la Bordigue que près de ce canal. Il en résulte que les espèces méditerranéennes, plus abondantes dans les régions profondes, rayonnent autour de la Bordigue, tandis que les formes saumâtres recherchent de préférence la partie méridionale du Grand Étang.

D'une année à l'autre, dans le cours d'une même année suivant la saison, pendant l'espace de quelques heures en cas de pluie, la densité subit des variations considérables; de plus, elle est différente selon le niveau et selon les diverses régions. Les organismes capables de résister aux variations brusques et importantes de densité, et par conséquent de pression osmotique, (organismes *euryhalins*), s'établiront seuls dans Thau. Le maximum et le minimum annuels correspondent aux valeurs extrêmes qui permettent le développement des Clovisses (1) et ces Mollusques sont en effet l'espèce la plus répandue sur toute la surface du sol de l'étang.

Les variations saisonnières de la température se font sentir jusqu'aux points les plus profonds et sont plus étendues que pour la mer. Les êtres vivants de Thau doivent supporter aussi bien la chaleur que le froid (formes *eurythermes*). Pendant les hivers rigoureux, les Zostères perdent une partie de leurs frondes. Lorsque la température devient extrême, les animaux qui se déplacent aisément cherchent un refuge dans les fonds de 6 à 10 mètres (2). Beaucoup gagnent en hiver la Bise ou la mer. Les invertébrés

(1) P. GOURRET. *Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries*. Annales Mus. Hist. nat., Marseille. Zoologie, 1897, tome V, mémoire n° 1, p. 381.

(2) P. GOURRET, *loc. cit.*, p. 379.

résistent mieux que les Poissons au froid et à la chaleur ; mais leurs déplacements sont en général très lents et ils ne peuvent se soustraire en temps utile aux conditions défavorables qu'en s'enfouissant dans le sol. La température des fonds vaseux voisins du rivage, qui s'échauffent d'autant plus qu'ils sont plus foncés, s'élève considérablement en été de sorte que les animaux qui s'y étaient réfugiés périssent et se décomposent.

L'action destructive d'une forte pression osmotique renforce celle d'une température élevée (1). Comme les deux facteurs s'accompagnent souvent, les mares croupissantes dont les eaux deviennent à la fois denses et chaudes, sont inhabitables l'été.

Les organismes à test calcaire sont nombreux dans les eaux de Thau, chargées de sels de calcium. La richesse en matières organiques explique la prédominance de certaines espèces et correspond à l'abondance des êtres vivants. Les mouvements des eaux et leur renouvellement incessant par les courants expliquent la présence d'Algues, de Mollusques, dans les vases sulfureuses.

Malgré la faible transparence, la lumière solaire pénètre jusqu'au fond. Thau appartient en entier au district littoral. La profondeur n'intervient pas directement pour y déterminer la répartition des organismes. L'influence de la nature du fond est mieux marquée ; il faut considérer la consistance du sol, meuble ou résistant, sa constitution, sableuse ou vaseuse, enfin sa composition chimique et en particulier sa teneur en calcaire et en sulfures.

La flore et la faune suivent les variations saisonnières et pérennales de la température et de la densité. A la fin de 1907, par exemple, la teneur en sel ayant diminué d'une façon anormale, une perturbation, sans doute passagère, s'est produite dans la faune qui a considérablement déchu : un Géphyrrien autrefois commun, le *Phoronis Sabatieri* Roule, qui vit dans les fonds sablonneux et à une profondeur par conséquent assez faible, avait même complètement disparu en 1908 et l'on ne retrouvait plus que ses tubes inhabités. Certaines de ces disparitions ont pu être définitives : le *Murex brandaris* L., dont la sonde ou la drague ramènent parfois quelques coquilles brisées ou corrodées, vivait jadis dans l'étang : aujourd'hui, il ne quitte plus la mer.

Les espèces rencontrées dans les eaux de Thau n'ont pas toutes la même valeur. Il importe de distinguer :

1° les espèces *établies*, achevant dans l'étang ou pouvant y achever le cycle complet de leur évolution,

2° les espèces *temporaires*, hôtes passagers qui entrent et qui sortent à certaines périodes de l'année.

3° les espèces *accidentelles* apportées par les courants ou venues par hasard et qui périssent tôt ou tard sans pouvoir se reproduire.

S'il est possible, pour les êtres de grande taille relativement élevés en organisation, de préciser auquel de ces trois groupes ils appartiennent, cette distinction est très difficile pour les petits organismes pélagiques.

(1) P. GOURRET, *loc. cit.*, p. 380.

La deuxième et la troisième catégories demeurent sous la dépendance étroite de la Méditerranée. Seule la première comprend les espèces vraiment indigènes, adaptées aux conditions d'habitat de Thau.

La plupart des espèces établies proviennent de types méditerranéens euryhalins et eurythermes aptes à se prêter aux conditions les moins stables. Les formes méditerranéennes sont plus nombreuses dans Thau que dans aucun des étangs saumâtres qui s'alignent du cap Béar au cap Couronne (1).

Beaucoup d'entre elles sont représentées par des individus de taille plus réduite (2) que leurs congénères marins (Coelentérés : *Paractinia striata* Andrès ; Echinodermes : *Asterias glacialis*, O. E. Müll., *Strongylocentrotus lividus* Brdt.). Souvent même, une variété ou une espèce naines ont pu se différencier (*Cosmetira salinarum* Dupl., dans le canal des salines de Villeroi, variété de *C. punctata* de la Méditerranée ; *Anemone sulcata* var. *pusilla* ou *A. Contarini* Heller ; *Echinus microtuberculatus* Blv.). En même temps que la taille diminue, la forme extérieure se simplifie. En particulier les ornements des coquilles tendent à disparaître : dans les eaux les plus saumâtres, les rides du test de *Mytilus crispus* Cantr. s'atténuent pour donner *M. cylindraceus* Rq. ; la variété *tarentinus* Lamk. de taille réduite, se distingue d'*Ocenebra erinaceus* Fisch. par le développement moindre de ses varices ; le *Cerithium vulgatum* Brug. var. *hirta*, plus petit, a les ornements de sa coquille plus réduits que ceux du *C. vulgatum* de la Méditerranée. Les coquilles, peut-être sous l'influence des sulfures qui, pendant leur décomposition partielle, attaquent le carbonate de chaux, sont souvent minces et fragiles.

A côté des formes méditerranéennes, qui dominent, il existe des types atlantiques. Ainsi les Posidonies sont remplacées par les Zostères (3) (*Zostera nana* Roth et *Z. marina* L.) que l'on retrouve sur les côtes françaises océaniques.

Enfin, d'après M. Gourret (4), quelques espèces revêtiraient un faciès saumâtre indiscutable. Elles sont absentes de la plus grande partie de la Méditerranée ; mais on les rencontre, dans des conditions de vie analogues à celles qu'offre l'étang de Thau, à des distances plus ou moins grandes, en franchissant parfois de vastes espaces où ces êtres ne sauraient vivre aujourd'hui. Les unes sont presque cosmopolites comme *Nereis cultrifera* Gr., *Palæmon rectirostris* Zadd., *Crangon vulgaris* Rthk., *Carcinus mænas* Leach, qui vivent dans toutes les eaux saumâtres. D'autres ont une aire de dispersion moins étendue : le *Syngnathus tenuirostris* Rathke, poisson découvert en Crimée, a été signalé dans Thau, sur les côtes méditerranéennes, à Marseille et à Nice, et dans l'Adriatique ; *Syngnathus bucculentus* Rathke, *Siphonostoma argentatum* Pall., découverts aussi en Crimée, sont absents de la Méditerranée, mais se retrouvent dans

(1) Voy. les divers mémoires de M. P. GOURRET.

(2) P. GOURRET, *loc. cit.*, pp. 5-6.

(3) CH. FLAHAULT. *La distribution géographique des végétaux dans un coin du Languedoc (département de l'Hérault)*. Montpellier, Ricard frères, 1893.

(4) P. GOURRET. *Notes zoologiques sur l'étang des Eaux-Blanches (Cette)*, Ann. Mus. Hist. nat., Marseille, 1892, tome IV, mémoire n° 2 — et *Documents zoologiques sur l'étang de Thau*, Travaux de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montpellier et de la Station maritime de Cette, 1896, nouvelle série, mémoire n° 5.

les étangs de Berre et de Thau ; *Cardium paucicostatum* Sow. ou *C. siculum*, commun dans les étangs de Thau et de Berre, existe également dans celui de Tunis. M. Marion (1) regarde ces espèces disjointes comme un reliquat du passé, comme les survivants de périodes anciennes où la configuration des mers différait de ce qu'elle est aujourd'hui. Il est possible que pour quelques espèces trouvées à la fois dans l'étang de Thau et dans des régions très éloignées sans stations intermédiaires, comme par exemple les *Syngnathus* et *Siphonostoma*, découverts en Crimée, il s'agisse d'un phénomène de convergence rendant presque semblables deux formes en réalité différentes.

Flore. — Appliquant à la flore aquatique les termes de benthos et de plankton, on peut étudier successivement les plantes qui forment un revêtement plus ou moins dense à la surface du sol, le phytobenthos, et celles qui demeurent en suspension dans la masse liquide, le phytoplankton.

PHYTOBENTHOS. — Bien que la transparence soit environ cinq fois plus faible que dans la mer, la profondeur minime s'oppose à l'existence de différences notables depuis le rivage jusqu'aux points les plus profonds, autres que celles causées par la nature du sol et par la variation de la densité des eaux. Malgré l'absence presque complète d'une bordure rocheuse et bien que le sol soit meuble, la végétation est très développée, surtout si on la compare à celle du littoral méditerranéen voisin où les fonds, également meubles, sont bouleversés, à de faibles profondeurs, par les mouvements plus violents des eaux.

Les Algues sont nombreuses et variées sur les roches à fleur d'eau, devant la Batterie du Barrou, aux environs de Balaruc, de Bouzigues, de Mèze, et à l'entrée des canaux. Elles y trouvent à la fois un substratum très favorable et une eau agitée et sans cesse renouvelée. Les espèces les plus communes (2) sont *Ulva lactuca* Wulf., *Enteromorpha compressa* Grev., *Chaetomorpha linum* Kutzing, *Bryopsis plumosa* Agardh, *Chylocladia kaliformis* Grev., *Laurencia obtusa* Lamx., *L. pinnatifida* Lamx., *Scytosiphon lomentarius* J. Agdh., *Bangia atropurpurea* Agardh, *Porphyra leucosticta* Thuret, *Polysiphonia*, *Callithamnion byssoideum* Arnott, *Antithamnion cruciatum* Nægeli, *Ceramium rubrum* Agdh., *Corallina officinalis* L., *Jania rubens* L., *Melobesia*.

La bordure de l'étang, rarement rocheuse, est presque partout sableuse. Les sables et les sables vaseux, tout au moins dans les régions peu profondes où se fait sentir l'action des vagues, ne sont pas favorables au développement de la végétation. Le fait est assez général ; M. Forel (3) remarque que la beine sableuse du Léman est la partie la plus pauvre du lac et ne possède pas de plantes enracinées. Les fonds coquilliers de Thau, qui sont les plus meubles, n'offrent souvent aucune végétation, parfois des Algues vertes microscopiques à la surface des vieilles coquilles mortes (St. 53, 59, 67, 76 98), très

(1) MARION. *Les faunes des étangs saumâtres des Bouches-du-Rhône*. Discours de réception, 30 mai 1886 Académie des Sciences, Belles Lettres et Arts de Marseille. Marseille, Barlatier Feissat, 1886.

(2) J. PAVILLARD, *loc. cit.*, pp. 30-33, et CH. FLAHAULT in L. CALVET, *La Station Zoologique de Cette*.

(3) F.-A. FOREL. *Le Léman*. Lausanne, 1904, tome III, p. 183.

rarement (St. 43, 55, 56, 71) des frondes d'*Ulva*, d'*Enteromorpha* et d'autres Algues. Par places, à la surface des sables fins très tassés tels que ceux du sud des Eaux-Blanches, le sol est couvert de *Laurencia obtusa* Lamx., *L. pinnatifida* Lamx., *Enteromorpha compressa* Grev., *Ulva lactuca* Wulf.. Les *Acetabularia mediterranea* Lamx. sont très répandues sur le pourtour de l'étang; elles se fixent sur les cailloux ou à la surface des grosses coquilles. Dans les endroits les moins calmes, une grande Algue brune, *Cystoseira barbata* Agardh, qui ne meurt pas dans les eaux saumâtres, s'attache à des cailloux, à du gravier ou à des coquilles vides. La bordure sableuse est coupée, par endroits, de quelques touffes de Zostères.

Ces plantes (*Zostera nana* Roth et *Z. marina* L.) bordent de leurs prairies le pourtour continental et recouvrent même en partie le milieu des Eaux-Blanches. Elles avaient pris, en 1908 et 1909, un développement exceptionnel. Les fonds de vase très sableuse ou sableuse leur conviennent le mieux; elles s'étendent loin du rivage jusqu'à la limite de la vase et dépassent la profondeur de 5 mètres lorsque la nature du sol leur est favorable (vase sableuse du centre des Eaux-Blanches St. 69 et St. 75). Elles dépérissent pendant les hivers rigoureux. Sur leurs feuilles et au milieu de leurs touffes se fixent de petites Algues (*Ectocarpus*, *Callithamnion*, *Melobesia*). En certains points des Eaux-Blanches les Ulves s'associent aux Zostères.

La zone de Zostères devient de moins en moins large de l'est à l'ouest de Thau; la région occidentale et méridionale montre, à des profondeurs de 2,5 m à 4,5 m, des tapis serrés de *Cladophora* au-dessus d'une vase sableuse coquillière assez résistante qui recouvre la région comprise entre le débouché du canal du Midi, Montpenède et le Plan de l'Air (St. 37, 39, 41, 42, 55, 61 et 68).

La flore est ordinairement absente des vases du Grand Étang et de la partie orientale des Eaux-Blanches. En quelques points cependant un feutrage d'algues vertes filamenteuses a pu se développer à la surface d'une vase, même dépourvue de coquilles, (St. 106 vase noire molle avec 36 % de gravier coquillier; St. 103 vase noire avec 28 % de gravier coquillier; St. 82 vase noire avec 12 % de gravier coquillier; St. 88 vase plastique sans gravier, une couche grise recouvrant la masse plus noire).

PHYTOPLANKTON. — Le plankton de l'étang de Thau est en majeure partie végétal. M. Pavillard en a fait l'étude très complète (1) et nous nous bornons ici à citer ses observations. Le dosage de la quantité de plankton est rendu très incertain, malgré la rigueur des procédés, par la forte proportion de vase en suspension dans l'eau. Deux mesures, se rapportant à deux cas où la matière vivante a pu être recueillie pure de tout mélange, fournissent des résultats extrêmement élevés (450 cmcb par mcb le 11 juin 1903 et 255 cmcb par mcb le 8 octobre 1903). La quantité de plankton passe par un maximum au moment du réchauffement des eaux, en juin, et au moment de leur refroidissement, en octobre; elle diminue en été et devient très faible en hiver. Des observations analogues ont été faites dans les lacs des Alpes et en divers points de la Méditerranée.

(1) J. PAVILLARD. *Recherches sur la flore pélagique (Phytoplankton) de l'étang de Thau*. Thèse de Docteur, 1905.

L'évolution annuelle du phytoplankton, qui comprend au moins 136 espèces, se résume par la succession d'un certain nombre de groupements physionomiques qui, suivant les variations des conditions physico-chimiques, s'enchaînent plus ou moins régulièrement d'une année à l'autre :

I. De fin janvier à fin mars dominant *Asterionella japonica* Cleve et *Skeletonema costatum* Cleve au milieu de nombreuses espèces dont plusieurs sont communes.

II. En avril, il arrive que *Chaetoceras Whigamii* Brightwell prenne la prépondérance numérique et que certaines espèces disparaissent complètement.

III. De fin avril à fin juillet, *Chaetoceras curvisetum* Cleve et *Gonyaulax spinifera* Stein sont très communs ainsi que *Peridinium Steini* Goerg. On constate d'une année à l'autre de grandes inégalités quantitatives.

IV. En août-septembre, *Rhizosolenia Stolterfothii* Peragallo et *Hemiaulus chinensis* Greville sont les plus communes parmi les Diatomées, qui dominent.

V. Une période de transition caractérisée par la prolifération de *Chaetoceras curvisetum* offre un mélange de formes de la période précédente et de la suivante. M. Pavillard a rencontré en octobre un exemplaire du très remarquable *Erythroopsis agilis* R. Hertwig.

VI. De novembre à fin janvier les espèces sont extrêmement variées mais représentées par un petit nombre d'individus. Les Diatomées deviennent moins abondantes. *Halosphaera viridis* Schmitz et *Ceratium tripos* Nitzsch, servent, sans être communs, à caractériser cette phase.

Ainsi qu'on l'a souvent observé ailleurs, le maximum quantitatif du plankton correspond à la prolifération d'un très petit nombre d'espèces, souvent d'une seule à la fois et presque toujours de Diatomées ; dans l'étang de Thau *Chaetoceras curvisetum* est, à ce point de vue, la plus remarquable. La phase du minimum quantitatif est au contraire celle du maximum d'espèces.

Faune. — Plus riche que la flore la faune présente plusieurs centaines d'espèces dont un grand nombre sont abondamment représentées. Les différences d'habitat et de mœurs amènent à distinguer la faune du fond, ou zoobenthos ; la faune pélagique sans mouvement sensible, ou zooplankton ; et les animaux nageurs qui constituent le nekton.

ZOOBENTHOS. — Aucun point de l'étang n'est entièrement dépeuplé. Les Mollusques, en particulier, sont répartis sur toutes les catégories de fonds. Chaque coup de sonde rapporte des coquilles dont quelques unes appartiennent à des animaux vivants. Les Clovisses (*Tapes virgineus*) font rarement défaut ; les *Cardium exiguum* Gml., *Rissoa oblonga* Desm., *Bittium reticulatum* var. *paludosa* Dreyf., *Nassa corniculum* Petit ne sont guère moins répandus. Les diverses stations entre lesquelles se répartit la faune sont caractérisées par la nature du fond, par les variations de la température et de la teneur en sels de l'eau. Les espèces méditerranéennes se tiennent au voisinage du canal de la Bordigue ou dans les régions les plus profondes. Les eaux à peine salées de la Crique de l'Angle et de la partie méridionale du Grand-Etang conviennent aux formes saumâtres.

Les Algues et les Zostères arrachées par les vagues et rejetées sur le rivage servent d'abri à une faune spéciale où dominent les Amphipodes *Talitrus locusta* Latr. et *Orchestia littorea* Leach.

La population animale des rochers et des enrochements est d'autant plus riche que le revêtement d'Algues est plus dense. Les Crustacés y sont particulièrement abondants, tandis qu'ils sont absents des vases et, d'une manière générale, de toutes les régions pauvres en oxygène et offrant un sol peu consistant. D'après M. Gourret (1), à la surface des pierres émergées que les embruns maintiennent humides courent de nombreuses *Ligia italica* Fabr.; sous les galets, entre les fentes des rochers recouverts d'eau et tapissés d'Algues pullulent *Gammarus locusta* F., *Sphæroma serratum* Leach., *Idotea tricuspidata* Desm., là se réfugient les Crevettes, les Crabes; quelques Homards et quelques Langoustes égarés dans l'étang cherchent un abri dans les enrochements du canal de la Bordigue et de l'îlot de Roquerols. Les Balanes (*Balanus perforatus* var. *pustulosus* Darw.) ne sont pas rares à l'entrée du canal du Midi. Parmi les Mollusques, dominent les formes fixées et celles dont le pied s'élargit en une sole ventrale développée: Moules (*Mytilus galloprovincialis* Lamk. et, plus rares, *M. crispus* Cantr., *M. cylindraceus* Rêq.), formant des colonies très denses et revêtant même complètement en certains points les parois des canaux, Modioles (*Modiola adriatica* Lem.), très communes Patelles (*Patella cærulea* L.) et Fissurelles (*Fissurella græca* Lamk.), propres aux stations rocheuses mais rares, Troques (*Trochus Adansonii*), nombreux *Chiton* et en particulier *Chiton cinereus* Forb., Littorines (*Littorina neritoides* Phil.) sur les rochers à fleur d'eau. Les Tuniciers (*Botrylloides rubrum* H.-M. Edw., *B. prostratum* Giard, *Botryllus violaceus* H.-M. Edw.), les Annélides à tubes calcaires, les Bryozoaires, les Cœlentérés (*Anemone Contarinii* Heller) sont nombreux.

La faunule qui habite les prairies de Zostères et d'Algues diffère peu de la précédente. Elle est caractérisée par une abondance encore plus grande de Crustacés, dont les espèces les plus communes sont, d'après M. Gourret (2), *Gammarus locusta* F., *Gammarella brevicaudata* Bat., *Sphæroma serratum* Leach., *Idotea tricuspidata* Desm., *Jæra Nordmanni*, *Palæmon squilla* F., *P. rectirostris* Zadd., *Palæmonetes varians* Heller, *Carcinus mænas* Leach.. Un Pantopode, *Phoxichilus spinosus* Leach. « se dissimule au milieu des Algues dont il prend la coloration ». Avec quelques *Mytilus*, *Modiola* et de nombreux *Cardium* (*C. edule* L., *C. paucicostatum* Sow., *C. exiguum* Gml.), les Gastéropodes herbivores dominant: *Phasianella tenuis* Mich., *Trochus Adansonii* Payr., *T. striatus* L., *Rissoa oblonga*, *Peringia obeliscus* Pal., au bord de l'étang dans les régions les plus saumâtres et dans les mares à demi asséchées, *Aplysia punctata* Cuv., dont on trouve en mai les paquets d'œufs fixés sur les Algues. Les feuilles de Zostères servent de support aux organismes les plus variés: Tuniciers (*Ascidella aspersa* Crs., *Botrylloides rubrum* H. M. Edw., *B. prostratum* Giard), Bryozoaires (*Lepralia pallasiana* Busk, très commun), *Membranipora pilosa* Farre, *M. membranacea* Busk, Vers (*Spirorbis spirillum* Pag.),

(1) P. GOURRET. Documents zoologiques sur l'étang de Thau, 1896.

(2) P. GOURRET, loc. cit.

Cœlentérés (*Anemone Contarini*), Spongiaires (*Suberites*). De nombreux Foraminifères rampent sur les frondes des Zostères et des Algues : *Miliolina seminulum* Lamk., sp., très commune, *Miliolina oblonga* Montagu sp., *Spiroloculina planulata* Lamk. sp., *Polystomella crispa* L. sp., avec de rares *Rotalia* à la St. 6 en face de Villeroi. Ils sont particulièrement abondants sur le tapis de *Cladophora* qui recouvre le sud-ouest de l'étang ; leurs carapaces calcaires, devenant davantage chitineuses dans les eaux les moins salées, constituent alors plusieurs centièmes du fond, notamment à la St. 37. Les Foraminifères sont également répandus dans les sables coquilliers avec Ulves et Entéromorphes (St. 71) et dans les vases sableuses à proximité de Zostères. Les prairies sous-marines du milieu des Eaux-Blanches sont richement peuplées en été lorsque les organismes viennent y chercher un refuge contre la chaleur.

Le long de la côte, ainsi que vers Roquerols et sur le Plan de l'Air, on trouve au voisinage de rochers un fond à peu près entièrement dépourvu de végétation et où la prolifération des Mollusques a donné naissance à un sable coquillier. On recueille de rares *Lima inflata* Lamk. et *Scalaria communis* Lamk. dans les Eaux-Blanches et à l'ouest de l'étang (*Lima* St. 7 et St. 41 ; *Scalaria* St. 55) où ces espèces, qui habitent la Méditerranée, ont pu pénétrer par les graus. On rencontre plus souvent *Pecten glaber* Chemn., *P. opercularis* Lamk., *P. varius* Lamk., *Capsa fragilis* Mörch, *Bulla cornea*, *Cerithium vulgatum* var. *hirta* et surtout *Mytilus galloprovincialis* Lamk., *Modiola adriatica* Lem.; *Cardium exiguum* Gml., *Tapes virgineus* F. et H., *Syndesmya ovata* Wkff, *Phasianella tenuis*, *Trochus*, *Calyptraea chinensis* Desh., *Rissoa oblonga* Desm., *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus* Lamk., *Nassa corniculum* Petit, *N. reticulata* Flem., *Cyclonassa neritea* Mtrs. ; les Mollusques carnivores sont relativement communs. Quelques Crustacés, des Oursins (*Echinus microtuberculatus* Blev.), des Annélides tubicoles (*Serpula crater* Clap., *Hydroides pectinata* Mrzllr., *Spirorbis spirillum* Pag.), des Tuniciers, des Bryozoaires (*Lepralia pallasiana* Busk) trouvent, au milieu des coquilles mortes et vivantes, soit un support convenable, soit une nourriture abondante.

Les fonds à Serpules du milieu de l'étang méritent d'être mentionnés. Les tubes calcaires d'*Hydroides pectinata* et de *Serpula crater* s'enchevêtrant autour de coquilles d'Huîtres et de *Pecten* déterminent la formation de monticules au milieu de la vase. Au sommet, *Modiola adriatica*, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus*, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*, *Nassa reticulata*, *N. corniculum* sont, avec les Huîtres (*Ostrea edulis*, var. *hippopus* Lamk.), les espèces les plus répandues. Plus bas, les tubes calcaires à découvert fournissent un excellent support aux huîtres et surtout aux Anomies (*Anomia ephippium* L.) et aux *Pecten* (*P. varius* Lamk.); on rencontre quelques espèces propres aux stations rocheuses comme *Fissurella græca*; beaucoup de coquilles, même vivantes, ont leurs deux valves recouvertes de jeunes Serpules; les Tuniciers (*Phallusia mamillata* D. Ch.) et les Oursins (*Echinus microtuberculatus* Blv.) sont assez nombreux. Au pied des monticules, les Clovisses dominant associées à *Anomia ephippium*, *Pecten varius*, *Modiolaria marmorata* Jeff. et *Ocenebra Edwardsii* Mtrs. La prédominance de Serpuliens (*Hydroides pectinata* et *Serpula crater*), avec les huîtres au sommet, des *Pecten varius* et *Anomia ephippium* à la base caractérise ces stations. Les deux dernières espèces, *Pecten varius* et

Anomia ehippium, ne se rencontrent ni dans les étangs saumâtres voisins de Thau, ni dans les canaux qui reçoivent leur eau des lagunes; mais elles ont été signalées dans la partie des canaux de Cette qui communique le plus largement avec la Méditerranée. La faune de la base des monticules formés par les Serpules paraît donc plus franchement marine que celle du reste de l'étang, ce qui s'explique par une différence de teneur en sel atteignant jusqu'à 6,77 gr en faveur des eaux du fond.

L'augmentation de la profondeur et l'apport d'une eau tiède de faible minéralisation doivent correspondre à l'existence d'une faune spéciale sur les rochers recouverts de vase résistante de la cuvette de la Bise. M. Gourret cite trois espèces propres à cette station : *Isodictya Ingalli* Bowerb., *Cirratulus chrysoderma* Clap., *Pholas dactylus* L. Les coquilles que nous y avons recueillies présentaient toutes des teintes foncées et il s'y trouvait un grand nombre de jeunes.

Les sables et les sables vaseux du cordon littoral sont assez pauvres. Les Mollusques dominent. La plupart des coquilles sont de couleur claire, blanches, rosées ou transparentes. *Loripes lacteus* Leach est l'espèce la plus commune; elle est aussi la plus caractéristique des fonds de sable avec *Tellina tenuis* Da Costa plus rare et localisée dans la région orientale de l'étang. On rencontre *Cardium edule* L., *C. paucicostatum* Sow., *Tapes virgineus*, *Syndesmya ovata*, *Phasianella tenuis* très commune, *Trochus Adansonii*, *T. striatus* L., *Rissoa oblonga*, *Cerithium vulgatum* var. *hirta* dans la région occidentale de Thau. Quelques Crustacés, plusieurs Vers (*Eunice*, *Nereis*, *Pectinaria*, *Serpula*, *Spirorbis*), un Géphyrien (*Phoronis Sabatieri* Roule), des Eponges (*Sycandra ciliata* Hœck. sur les coquilles), des Foraminifères se trouvent par endroits dans ces sables littoraux.

A une distance plus ou moins grande de la côte s'étend la vase sableuse assez riche en coquilles. Parmi elles, *Bittium reticulatum* var. *paludosa* est la plus répandue, surtout dans les Eaux-Blanches. Les Mollusques les plus communs sont *Modiola adriatica*, divers *Cardium*, *Tapes virgineus*, *Corbula gibba*, *Capsa fragilis*, *Syndesmya ovata*, *Trochus striatus*, *Rissoa oblonga*, *Bittium*, *Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*, *Nassa reticulata*, *N. corniculum*, *Cyclonassa neritea*; *Donacilla cornea* reste localisée dans les Eaux-Blanches; aussi bien à l'ouest qu'à l'est de l'étang, on rencontre quelques *Bulla cornea* et *Retusea semisulcata*. Les Miliolidés ne sont pas rares. Dans les vases sableuses, et même parfois dans les vases pures, vivent des Nématodes, des Némertes (*Lineus gesserensis* M'Int.), des Siponcles (*Sipunculus nudus* L.), des Annélides (*Nereis cultrifera*, Gr., *Branchiomma vesiculosum* Clap., *Pectinaria auricoma* Dan, *Sabella viola* Gr.).

Quelques Vers et de nombreux Mollusques, principalement des Lamellibranches, peuplent les vases du milieu de l'étang. L'espèce la plus caractéristique de ces fonds est *Modiolaria marmorata* Jeff. On trouve aussi *Modiola adriatica*, *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium exiguum*, *Tapes virgineus*, *Corbula gibba*, *Syndesmya ovata*, *Bittium*, *Ocenebra*, *Nassa*. Dans un espace aussi restreint que l'étang de Thau, les individus d'une même espèce sont le plus souvent répartis un peu partout et seule leur abondance relative sert à caractériser les stations.

ZOOPLANKTON. — Le zooplankton est soumis, comme la flore pélagique, à des variations saisonnières ; mais son étude est encore à entreprendre. Les Protozoaires sont nombreux ; les Radiolaires et les Foraminifères abandonnent sur le sol, en mourant, leurs carapaces siliceuses ou calcaires, particulièrement abondantes au débouché du canal de la Bordigue où périt, dès son entrée dans l'étang, une grande partie du plankton amené par les courants ; on rencontre quelques Infusoires marins : M. Pavillard (1) énumère neuf espèces de Tintinnoïdes appartenant aux genres *Tintinnus*, *Tintinnopsis* (2), *Cadonella*, *Undella* et *Dictyocysta*.

Au printemps et au commencement de l'été, les Copépodes pullulent ainsi que quelques autres Entomostracés et plusieurs Malacostracés. Citons, d'après M. Gourret (3), *Dias longiremis* Lilljb., *Tisbe ensiformis* Cls., *Zaus ovalis* Goods, *Cypridina mediterranea* O. Costa, *Podon intermedius* Lilljb., *Mysis bahirensis* Sars, *Macropsis Slabberi* Goës, *Siriella Clausii* Sars, *S. crassipes* Sars.

Les Aplysies (*Aplysia punctata* Cuv., *A. depilans* L.) flottent ordinairement dans l'eau et recherchent sur le sol sous marin uniquement leur nourriture et un abri passerager. Plus nettement pélagiques, *Eolis coronata* Forb., *Polycera quadrilineata* Cuv. ne sont pas rares (4) dans l'étang, tandis que, d'après M. Gourret, *Spurilla neapolitana*, *Amphorina cœrulea* Trinch. ne dépassent pas le canal de la Bordigue.

Les Méduses, toujours abondantes, sont volumineuses mais soumises à tous les mouvements des eaux qui, dans les canaux, les entraînent successivement de la mer vers l'étang et de l'étang vers la mer. *Rhizostoma Cuvieri* M. Edw., belle et grande espèce, flotte toute l'année à la surface des eaux ; en septembre 1908 cette Méduse était particulièrement abondante près du cordon littoral en face des salines de Villeroi. Pendant la belle saison *Aurelia aurita* M. Edw. est encore plus commune : à la fin de l'été 1908 la région orientale de Thau en était couverte ; cette prolifération n'est pas favorablement appréciée par les pêcheurs dont les filets se remplissent d'une gelée informe et gluante. *Beroe ovata* D. Ch., plus rare, se rencontre en été. La variété naine *Cosmetira salinarum* vit dans le canal de Villeroi. Le canal de la Bordigue et même les Eaux-Blanches contiennent des formes exceptionnelles (5) amenées par les courants : *Æquorea violacea* H. M. Edw., *Chrysaora mediterranea* Per. et Les., *Beroe Forskali* Chun, *Forskalia contorta* Leuck.

Enfin beaucoup d'espèces, appartenant soit au benthos soit au nekton, ont des larves pélagiques dont la quantité n'est quelquefois pas négligeable.

(1) S. PAVILLARD, *loc. cit.*, p. 69.

(2) Les *Tintinnopsis* ne sont pas rares dans les eaux saumâtres. Les eaux à peine salées des estuaires de la côte belge en renferment un grand nombre (LOPPENS. *Contribution à l'étude du microplankton des eaux saumâtres de la Belgique*, 1908).

(3) P. GOURRET, *Documents Zoologiques sur l'étang de Thau*, 1896, et *Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries*, 1897.

(4) P. GOURRET, *loc. cit.*

(5) P. GOURRET, *loc. cit.*

NEKTON. — Les Céphalopodes, Poulpes et Seiches, ne recherchent pas les eaux saumâtres et ne dépassent pas Roquerols. Les Poissons constituent à eux seuls la totalité du nekton, ou peu s'en faut. Ils trouvent une nourriture abondante dans l'eau de l'étang très chargée de plankton ; au dire des pêcheurs, leur taille augmente plus rapidement dans Thau que dans la mer. Doués de mouvements rapides, ils sont plus aptes que tous les autres animaux à se soustraire par migration à des conditions devenues défavorables ; aussi comptent-ils un nombre élevé d'espèces temporaires. Nous empruntons les détails suivants aux travaux de M. Gourret. (1)

La présence d'un Poisson dans une région déterminée dépend à la fois des conditions physico-chimiques du milieu aquatique, de la composition et de la quantité du plankton, du nekton et du benthos qui peuvent lui servir d'aliments et enfin de la nature du sol. Les Crustacés planktoniques *Podon intermedius* et *Macropsis Slabberi* servent de pâture aux Sardines et aux Anchois, proies à leur tour des Maquereaux (*Scomber scomber* L.) et des *Caranx trachurus* Lacép. Les Crénilabres vivent de Sphérômes, d'Idotées et de Gammarus et recherchent les herbes marines où ces petits Crustacés fourmillent. La Plie va sur les fonds vaseux se nourrir de *Nereis*. La plupart des Poissons se rassemblent dans les herbiers de Zostères et d'Algues. Les Pleuronectes : Soles, Plies, s'étendent à plat sur la surface unie des sables fins et tassés du cordon littoral.

Les espèces établies, au nombre d'une vingtaine, se retrouvent pour la plupart à Berre : *Hippocampus*, *Syngnathus*, *Siphonostoma*, *Blennius pavo* Risso et autres *Blennius*, *Gobius paganellus* L. et autres Gobies, *Crenilabrus massa* Risso, *Atherina mochon* Cuv. et Val., *Flesus passer* Mor., *Solea vulgaris* Risso, *Rhombus lævis* var. *Moreaui*. Un certain nombre de Loups et de Muges ainsi que de Sardines et d'Anchois demeurent l'hiver dans l'étang ; les Muges peuvent même y donner naissance à des alevins. *Mugil capito* Cuv. est l'espèce la plus répandue dans les eaux de Thau ; elle présente une grande rusticité puisqu'elle vit aussi bien dans l'eau douce que dans une saumure à 13° Baumé.

Les Poissons temporaires entrent au printemps, depuis la fin de février jusqu'au début de juin, et sortent en automne, de septembre à décembre. La poursuite d'une nourriture abondante, la recherche d'une eau de densité ou de température optima, les besoins de la ponte, telles sont les principales causes de leurs migrations (2) dans un sens ou dans l'autre. Les plus communs sont les Surmulets (*Mullus surmuletus* L.), les Loups (*Labrax lupus* Cuv.), les Maquereaux, (*Scomber scomber* L.), divers *Sargus*, les Dorades (*Chrysophrys aurata* Cuv.), plusieurs Muges, *Atherina hepsetus* L., les Sardines (*Alosa sardina* Moreau), les Anchois (*Engraulis encrasicholus* Cuv.), les *Belone acus* Risso, les Anguilles (*Anguilla vulgaris* Turt.).

Sept ou huit espèces se montrent accidentellement ; *Petromyzon marinus* L., fixé au gouvernail des embarcations, *Naucrates ductor* Cuv., Pilote qui convoie les bateaux chargés de poissons, *Scorpæna porcus* L., *Pagellus erythrinus* Cuv. et Val., *Alosa vulgaris*

(1) P. GOURRET, *loc. cit.*, et *Les pêcheries et les poissons de l'étang de Thau*. Paris, Librairie militaire de L. Baudoin, 1896.

(2) Voy. M. N. DOUMET, *Ichthyologie de la côte languedocienne*. Montpellier, J. Martel aîné, 1869.

Cuv., *Clupea pontica* Eich., *Pristipoma Bennetti* Lowe. Les rares individus rencontrés ne dépassent pas les environs immédiats du canal de la Bordigue.

Un Cétacé, *Delphinus delphis* L., pénètre de temps à autre dans Thau, à la suite de Poissons migrateurs : les Marsouins dévorent les poissons et détériorent les filets ; les garde-pêche leur donnent la chasse et détruisent en peu de temps ceux qui se sont égarés dans l'étang.

B. Les Pêches.

Les pêcheurs de Thau sont aujourd'hui plus de 800 (250 à Cette, 235 à Bouzigues, 176 à Mèze, 160 à Marseillan pendant l'année 1907). Ils sont montés sur des embarcations à fond plat, ou *nacelles*, munies d'une voile et d'un gouvernail et jaugeant moins d'un tonneau. Les pêcheries de l'étang de Thau ont été décrites avec beaucoup de soin dans un mémoire de M. Gourret (1) ; divers types de filets, fixes ou traînants, sont utilisés pour la prise du poisson ; les coquillages sont dragués à l'aide d'*arselières* ou râteaux à clovisses.

La comparaison des nombres fournis en 1824 par Creuzé de Lesser (2), pour le produit de la pêche dans les étangs de l'Hérault, avec ceux de ces dernières années, publiés dans le *Bulletin des pêches maritimes* ou communiqués par l'Administration de la Marine, révèle un accroissement ininterrompu dans le cours du siècle dernier. Le rendement du poisson a peu varié ; mais la quantité et la valeur des Mollusques recueillis ont considérablement augmenté. Sur un produit total d'environ 1 million de francs par an, le prix des Mollusques entre pour les trois quarts et tend à prendre de plus en plus d'importance.

La plupart des poissons comestibles viennent de la mer au printemps (3) : aucun filet n'entrave leur entrée. Une grande partie est capturée au moment de la sortie : de part et d'autre du canal de la Bordigue, des filets occupant des emplacements tirés au sort barrent la route, en automne, aux animaux migrateurs. Le rendement de la pêche du poisson, faible au 1^{er} trimestre de l'année, passe par un minimum au 2^e trimestre ; il s'accroît rapidement au 3^e trimestre et encore davantage au 4^e où il atteint son maximum. Beaucoup d'animaux migrateurs ne retournent pas à la mer en automne, au moment du refroidissement des eaux ; ils s'établissent à demeure au voisinage de la Bise où, par les grands froids, les pêcheurs récoltent chaque jour plusieurs quintaux de Loups et de Muges. Cette pêche très fructueuse se pratique surtout au mois de décembre ; quelques semaines suffisent pour capturer la plupart des poissons qui sont venus se réfugier dans les eaux tièdes de cette région. Pendant les hivers les plus rigoureux, le produit de la pêche à la Bise aurait atteint 3000 quintaux.

(1) P. GOURRET. *Les pêcheries et les poissons de l'étang de Thau*. Paris, Librairie militaire de L. Baudoin, 1896.

(2) CREUZÉ DE LESSER. *Statistique du département de l'Hérault*. Montpellier, 1824, p. 555.

(3) GOURRET, *loc. cit.* Voy. aussi sur la pêche, M. N. DOUMET. *Ichtyologie de la côte languedocienne*. Montpellier, J. Martel aîné, 1869.

D'après M. Gourret et d'après les renseignements qu'a bien voulu nous communiquer l'Administration de la Marine, on capture environ par année moyenne :

Gobies (<i>Gobius paganellus</i>)	200 quintaux.
Canadelles (<i>Crenilabrus massa</i>)	400 —
Jols (<i>Atherina mochon</i>), Plies (<i>Flesus passer</i>), Soles (<i>Solea vulgaris</i>) et Turbots (<i>Rhombus lævis</i> var. <i>Moreau</i>)..	200 —
Loups (<i>Labrax lupus</i>)	600 —
Muges (<i>Mugil capito</i> et autres espèces).....	800 —
Dorades (<i>Chrysophrys aurata</i>)	100 —
Sardines (<i>Alosa sardina</i>).....	1000 —
Anguilles (<i>Anguilla vulgaris</i>)	400 —
Autres poissons migrants	100 —

La plupart des riverains de Thau pratiquent à la fois plusieurs pêches. Lorsque le rendement du poisson devient insuffisant, ils se livrent au dragage des mollusques, possible toute l'année excepté pendant un ou deux mois d'hiver. Le Plan de l'Air, les cadoules, les fonds coquilliers entre Mèze et Bouzigues, les environs de Roquerols et les Eaux-Blanches sont les régions privilégiées. Les pêcheurs montés sur leurs nacelles tirent à eux leurs *arselières*, râteaux à long manche et à filet récolteur. Ils recueillent surtout des *Clovisses* (*Tapes virgineus*), quelquefois des *Palourdes* (*T. decussatus*), plus rares et qui s'ensavent plus profondément; le rendement est d'environ 50 000 hectolitres par an (1). On rencontre au sommet des cadoules, ainsi que sur le Plan de l'Air, des huîtres, moins nombreuses que les clovisses; leur exploitation, qui avait pris une grande extension il y a quelques années (le nombre d'huîtres pêchées atteignant 20 000 000 par an en 1906 et en 1907 (2), a diminué aujourd'hui. Elles se développent rapidement; d'avril à septembre les jeunes atteignent 5 centimètres. Celles que l'on conserve pour la vente ont 8 à 10 centimètres de diamètre. D'après M. Gaucher, elles sont, dans la région des cadoules, exemptes de *Bacillus coli*. Mais les jeunes Serpules, grâce à leur mucus acide, se creusent des abris dans la coquille des huîtres qui, couvertes d'incrustations, perdent la plus grande partie de leur valeur marchande : l'huître risque en effet d'être contaminée par la décomposition rapide des hôtes qui habitent ses deux valves. De vieilles huîtres pied-de-cheval, souvent de très grande taille, se pêchent à l'aide d'une sorte de crochet ou *grappe*. Les Moules (*Mytilus galloprovincialis*) ne se prennent que sur les rochers de Roquerols. Les Anomies (*Anomia ephippium*), les Peignes (*Pecten varius*), les Poivres (*Ocenebra erinaceus* var. *tarentinus*) n'ont presque pas de valeur et se consomment uniquement sur place.

La pêche des crustacés : homards, langoustes, crevettes, crabes, rapporte quelques milliers de francs seulement (6000 fr. par année moyenne).

A Mèze existent quelques réservoirs à poissons peu importants. A Cette, trois appareils flottants contenaient, le 31 décembre 1906, 110 hectolitres de Moules, la vente

(1) M. GOURRET. (*loc. cit.* et *Les étangs saumâtres du midi de la France et leurs pêcheries*, 1897, p. 7) indique une pêche de plus de 700 000 hl. de coquillages par an; les nombres qu'il donne à ce sujet sont très exagérés.

(2) L. CALVET. *L'ostréiculture à Cette et dans la région de l'étang de Thau*. Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche, 1909-1910.

annuelle ayant été de 1 000 hectolitres valant 10 000 francs ; à la même date ces appareils renfermaient encore 1 000 000 d'huîtres indigènes et 100 000 huîtres portugaises, lorsque parut l'arrêté ministériel du 25 janvier 1907, rapportant les diverses concessions établies sur les canaux de Cette. Une société ostréicole (1) « L'Ostréiculture méridionale », a installé récemment un parc à huîtres dans les Eaux-Blanches près de Balaruc-les-Bains ; pendant l'année commerciale 1908-1909, elle a fait subir un demi-élevage à plus de trois millions d'huîtres.

Les produits de la pêche sont en partie consommés sur place, en partie expédiés aux petites villes et aux villages voisins, en partie écoulés vers Montpellier, Nîmes, Paris, Marseille, Nice.

c. Les Salines.

De vastes étendues de salines (2), de *salins* comme on les appelle sur les bords de la Méditerranée, couvrent plus de 7 000 hectares sur la côte du Golfe du Lion, côte plate, ensoleillée, exposée aux vents secs du Nord et très propice par conséquent à cette exploitation. Toutes puisent leur eau dans les étangs, dans les lagunes, dans les canaux ; il suffit de quelques jours supplémentaires d'évaporation pour que les eaux saumâtres acquièrent la même densité que celle de la Méditerranée, tandis qu'il serait difficile d'empêcher le sable d'obstruer les canaux d'alimentation qui aboutiraient à la mer.

Quatre salins, occupant au total 500 hectares, dépendent de l'étang de Thau. Ceux de Villeroi (150 hectares) et du Quinzième (110 hectares) ont été concédés par Louis XVI en 1783 à la Compagnie des Salins du Midi en même temps que la bande de terrain située entre l'étang et la mer du mont de Cette au mont d'Agde ; la Compagnie en conserve encore aujourd'hui la possession et elle tire un revenu appréciable des vignobles de Villeroi. L'exploitation des Salins de Mèze (moins de 40 hectares), aménagés beaucoup plus tard sur l'emplacement d'un ancien marais, ne demeura pas longtemps fructueuse et la Compagnie des Salins du Midi les maintient abandonnés depuis 1905. Une autre Société possède les Salins de Bagnas (200 hectares), également récents et établis sur l'emplacement d'une ancienne lagune.

L'eau entre par le canal de Villeroi et parvient par le canal des Salines jusqu'au Quinzième, où un canal perpendiculaire aboutit à l'étang de Thau en face du Plan de l'Air. Les salines sont divisées en nombreux compartiments situés à des niveaux différents. Les uns, appelés *partènements*, représentent la surface évaporatoire et atteignent 90 % de la superficie totale : leur profondeur ne dépasse pas de beaucoup 30 cm. D'autres, les *tables salantes*, occupent moins de 10 % de la superficie totale ; leur fond est aplani et recouvert de terre argileuse battue ; avant d'y laisser se déposer le sel, on les remplit d'eau

(1) P. PAUL. *Passé, présent et avenir de l'ostréiculture française. L'ostréiculture méditerranéenne* .. Narbonne, 1907.

(2) Sur les salines, voy. L. MAILLARD. *L'industrie des Salines côtières*. Bulletin de l'Institut Océanographique (Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco), n° 100, avril 1907.

faiblement concentrée et une abondante végétation d'algues filamenteuses, sorte de feutre organique, forme un tapis où le sel peut ensuite se déposer sans être souillé par la vase. D'autres enfin, deux fois plus profonds, constituent les *bassins de réserve*. Chaque hectare coûte, tout compris, de 8 à 10 mille francs de frais d'établissement. On préfère un sol argileux, bien que le terrain soit toujours plus ou moins sablonneux surtout du côté de Villeroi.

La campagne salinière comprend quatre mois pleins : mai, juin, juillet et août. Les bassins sont remplis d'eau de l'étang vers le mois de mars ou d'avril, dès que la densité atteint 3° à 3° 5 Baumé (1,02120 à 1,02485). Des pompes élévatoires font passer l'eau des bassins les plus bas aux plus élevés. L'eau se concentre dans les partènements, l'évaporation atteignant 1 centimètre par jour pendant la belle saison. Au-dessus de 12° Baumé il commence à se déposer, surtout si la température est basse, du sulfate de chaux qui gêne un peu l'exploitation et qui est enlevé tous les 4 ou 5 ans. Lorsque la densité est parvenue à 25° B., l'eau est amenée sur les tables salantes où l'on recueille presque uniquement du sel de première qualité renfermant plus de 97 % de Na Cl. L'eau titrant 27° à 28° est évacuée à l'étang. On ne recueille plus aujourd'hui de sous-produits à cause de la concurrence des usines allemandes, en particulier de Stassfurt. Il en était autrement jadis : la France garda longtemps le monopole de l'extraction de l'iode ainsi que du brome découvert par Balard dans les eaux-mères de Villeroi.

Les eaux qui, en septembre, ne sont pas suffisamment concentrées sont mises de côté dans les bassins de réserve pour l'année suivante ; elles peuvent de la sorte être répandues sur les tables salantes dès le mois de mai, ce qui accroît le rendement. Il est rare que pendant la période froide et pluvieuse leur concentration diminue beaucoup. Les averses exceptionnelles de l'automne 1907 ont pourtant fait baisser les réserves de 20° B. à 14° ou 15° ; jamais pareil fait ne s'était produit.

Le sel se dépose sur le fond des tables à partir de 25° 6 B. On attend pour le recueillir qu'il forme une couche de plus de 30 mm d'épaisseur ; l'épaisseur moyenne se tient aux environs de 45 mm ; par extraordinaire, il y a quelques années, la puissance du dépôt a atteint 80 mm.

D'abord mis à égoutter en petits tas (en *gerbes*), le sel est ensuite rassemblé en amas plus considérable dont le sommet est recouvert de tuiles. Souvent on n'emploie aucune couverture, l'économie réalisée compensant la perte par dissolution pendant les pluies d'automne, d'hiver et de printemps. Le sel est broyé plus ou moins fin avant d'être livré à la consommation. Pour éviter l'emploi d'une main d'œuvre considérable, une grande partie de la manutention du sel s'effectue à l'aide de tabliers roulants et de déchargeurs mécaniques.

Villeroi et le Quinzième récoltent chacun environ 7000 tonnes de sel par année moyenne. Les Salins de Mèze rapportaient 2000 tonnes. Ceux de Bagnas ont un rendement assez variable, un peu moins élevé eu égard à leur superficie. Le produit par hectare, bien supérieur à celui des marais salants de l'Océan, est à peine inférieur à la moyenne des salins de la Méditerranée. On recueille annuellement pour plus de 750 000 francs de sel sur les bords de l'étang de Thau.

CONCLUSIONS

L'étang de Thau se divise en trois parties, au nord la Crique de l'Angle, anse marécageuse, à l'est les Eaux-Blanches, à l'ouest le Grand Etang, plus vaste et plus profond. Il doit sa formation à l'isolément d'un ancien golfe de la Méditerranée par un cordon littoral coupé par les canaux de Cette et par trois *graux* qui donnent temporairement passage aux eaux, quand le niveau de celles-ci vient à s'élever. Le fond de l'étang, avec des profondeurs maxima de 10 mètres, est plat à l'exception du rocher de Roquerols et des *cadoules*, petits monticules de faible superficie dépassant de quelques mètres la plaine sous-marine environnante ; à l'entrée de la Crique de l'Angle se trouve une dépression de 100 mètres de diamètre et de 29,7 mètres de profondeur, d'où jaillit la source de la Bise. Près du bord continental une pente douce se termine au pied de falaises côtières ; du côté opposé, un talus immergé se continue en plan faiblement incliné jusqu'au cordon littoral avec de petites dunes en bordure sur la Méditerranée. Cette disposition paraît due à la prédominance des vents du N. W. qui chassent les sables vers la mer. Sous leur action et en l'absence d'importants cours d'eau, l'étang, qui ne s'ensable et ne se colmate pas, se modifie beaucoup moins que les lagunes voisines.

Les analyses des roches sédimentaires environnantes montrent que les dépôts tertiaires de la région proviennent des Cévennes et de la Montagne Noire et que le cordon littoral est constitué, au pied de la colline d'Agde, par les alluvions de l'ancien Hérault et, plus loin vers le nord, de part et d'autre de la colline de Cette, par les sables de mer, apports du Rhône et des ruisseaux côtiers. Les grains calcaires soumis à l'action des eaux courantes et des vagues sont rapidement détruits et le carbonate de chaux parvient à l'étang sous forme de vase excessivement fine ou en dissolution. Un premier triage mécanique isole sur la plage et dans le lit des torrents les fragments minéraux les plus volumineux et les plus denses.

Les sédiments recouverts par l'eau sont d'autant moins sableux que la profondeur augmente davantage ; leurs diverses variétés sont disposées en bandes parallèles aux isobathes. Vers le sud-ouest, un gravier de quartz et de basalte représente un reste des anciennes alluvions de l'Hérault. La proportion du gravier et des sables gros et moyen, en majeure partie composés de coquilles, commence par augmenter avec la profondeur, parce que, sur les bords, les vagues brisent et usent les coquilles ; le maximum a lieu sur les plateaux rocheux couverts de 2 à 4 mètres d'eau, puis la diminution devient rapide ;

le calcaire varie comme le sable gros. Au sud-est, le sable, très abondant, est formé de grains minéraux ; au nord-ouest, il est plus rare et toujours coquillier. La proportion de grains lourds est assez irrégulière avec maximum du côté de la mer et minimum vers le milieu de l'étang et près du bord continental ; la répartition des légers attirés est analogue. La composition minéralogique des fonds est assez variée et rappelle celle des roches exondées les plus proches, avec une différence notable entre la partie voisine de la mer et celle voisine du continent. Les minéraux les plus durs et les plus résistants aux actions chimiques : zircon, tourmaline, rutil, grenat, même plusieurs fois remaniés, conservent souvent leurs facettes. Les plus tendres et les plus altérables, comme le péridot et la dolomie siliceuse, sont directement issus de la roche où ils ont pris naissance et donnent les meilleures indications sur la genèse des terrains où on les rencontre.

Les dépôts de l'étang, particulièrement riches en organismes, renferment plus de phosphates que ceux de la Méditerranée ; la quantité de phosphore dépend en chaque localité de l'abondance des débris organiques échoués sur le fond. Les substances grasses et les matières azotées, dont la proportion est considérable, se concentrent dans les vases par un phénomène d'attraction moléculaire. Les fonds vaseux de la portion centrale contiennent beaucoup de sulfure de fer, dû à la réduction, par les végétaux et les animaux en décomposition, des sulfates dissous dans l'eau ; ils sont remarquablement pauvres en calcaire et en coquilles mortes, bien que les coquilles vivantes n'y soient pas rares. Des expériences ont montré que les sulfures, très instables, en voie de continuelle décomposition et recombinaison, attaquent le carbonate de chaux en le transformant en sulfate soluble. Telle serait la cause de la pauvreté en calcaire et de l'absence de coquilles mortes dans les fonds à sulfures.

Les organismes exercent une action importante sur la formation et les modifications des sédiments de Thau. Les *cadoules*, agglomération de tubes de Serpuliens et de tests de Mollusques, en sont un exemple. Au nombre de plusieurs centaines, elles constituent de petites élévations uniquement dans la région centrale la plus profonde, entre Roquerols, Mèze et le château de Villeroi. Elles sont exploitées par les pêcheurs de Clovisses. Quelques espèces nettement marines sont localisées à leur pied ; les Huîtres habitent de préférence leur sommet. La vase, surtout autour des cadoules, est une sorte d'humus ayant servi de nourriture aux animaux vivant sur le sol ; elle est fréquemment agglutinée en globules, grâce à un mucus remplacé à la suite de réactions chimiques ultérieures par un ciment de carbonates ou de silicates.

Les propriétés physiques et chimiques des eaux de l'étang dépendent de facteurs météorologiques et des échanges qui se produisent entre ces eaux et la mer. La Méditerranée est fréquemment plus dense et, pendant la saison chaude, plus froide vers la côte que vers le large, comme si la couche située à quelques mètres de profondeur se relevait contre le rivage par suite des courants et des contre-courants. Le mélange d'eaux toujours denses et de température assez régulière contribue à diminuer l'amplitude des variations de la densité et de la chaleur dans l'étang.

Les courants des canaux de Cette sont la conséquence des différences de niveau entre Thau et la mer ; leur vitesse a été calculée et mesurée ; elle varie proportionnelle-

ment à la racine carrée de la dénivellation. Les plus constants sont dus à la marée. Le niveau moyen de la mer règle celui de l'étang. La mer monte ou descend en raison inverse des variations barométriques et selon que le vent accélère ou contrarie le courant littoral ; après les pluies, l'étang s'élève parfois de plusieurs décimètres ; chaque changement météorologique occasionne une perturbation passagère dans le régime normal des courants de marée. La résultante du double mouvement journalier dans les deux sens est un courant profond des eaux marines denses et de température régulière qui se dirigent vers l'ouest, du côté de Roquerols, et un courant superficiel de sortie des eaux saumâtres et de température extrême qui descendent de l'ouest à l'est comme l'indique la coupe pycnométrique de l'étang.

La température superficielle diffère de la température de fond qui se rapproche davantage de celle de la mer. Les variations saisonnières suivent celles de l'air avec un léger retard et s'atténuent en profondeur. A des distances croissantes de la Bordigue, la température devient de plus en plus différente de celle de la mer et l'écart entre la surface et le fond diminue.

La densité est presque toujours notablement inférieure à celle de la Méditerranée et plus forte au fond qu'à la surface. Les changements qu'elle éprouve consistent en une suite d'abaissements brusques au moment des pluies et de relèvements graduels dus à l'évaporation et aux échanges avec la mer. Les variations saisonnières, très considérables à la surface, s'affaiblissent vers le fond. Plus on s'éloigne de la Bordigue, plus la densité diminue ainsi que la différence entre le fond et la surface.

La distribution des températures et des densités est réglée par les courants des canaux.

La proportion d'halogènes est un peu moindre que dans la mer ; les eaux douces et les eaux saumâtres qui parviennent à l'étang contiennent d'autres sels que le chlorure de sodium.

La coloration, notée V et VI à l'échelle de Forel, est plus jaune au printemps qu'en été ; la mer est beaucoup plus bleue. La transparence atteint au plus 7 mètres ; elle est très inférieure à celle de la mer.

Entre Balaruc-les-Bains et Bouzigues, la source sous-marine de la Bise jaillit au fond d'une cuvette dont le plan a été dressé. On a constaté la présence, sur les parois abruptes, d'une vase très résistante. L'eau, qui se mélange rapidement à celle de l'étang et produit à la surface un fort bouillonnement, a été recueillie à l'orifice même du griffon par 29,7 mètres de profondeur, au moyen d'un dispositif approprié. Elle est tiède et presque douce, légèrement gazeuse, et se rapproche, par toutes ses propriétés, des sources voisines de Balaruc-les-Bains. L'eau de la Bise, comme celles de Balaruc, doit sa minéralisation à son passage à travers les marnes irisées. Les diverses nappes qui alimentent ces sources semblent communiquer entre elles.

Le développement de la végétation et de la faune aussi bien sur le sol que dans les eaux de l'étang correspond à l'abondance des matières organiques. La faible agitation des eaux permet aux plantes de se fixer sur le sol malgré son peu de cohésion ; les sables voisins du cordon littoral, plus exposés aux vagues, sont les plus pauvres en végétaux,

ainsi que les vases molles de la région centrale. Les eaux de l'étang de Thau sont particulièrement favorables aux Mollusques et à certains Poissons migrateurs. Les espèces méditerranéennes les plus sensibles aux variations de température et de densité recherchent les régions profondes et le voisinage de la Bordigue. On rencontre en outre de nombreux organismes marins rustiques, quelques espèces atlantiques, des formes méditerranéennes à taille et ornementation réduites et même plusieurs variétés nettement saumâtres. Les caractères de la flore et de la faune résultent des propriétés physiques et chimiques des eaux.

Vu et approuvé :

Nancy, le 20 décembre 1909.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

G. FLOQUET

Vu et permis d'imprimer :

Nancy, le 22 décembre 1909.

Le Recteur de l'Université de Nancy,

CH. ADAM

Correspondant de l'Institut.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	Pages I
--------------------	------------

I. — HISTORIQUE.

Géographes grecs et romains, page 3. — Clerville, 4. — De Basville, 4. — Astruc, 4. — Pouget, 4. — De la Lande, 6. — De Gensanne, 6. — Dorthes, Mercadier et Frémond de la Merveillère, 6. — Grangent, 6. — Creuzé de Lesser, 7. — Bernard, 7. — Bourguignon-Duperré, 8. — Marcel de Serres, 8. — Eug. Thomas, 8. — Régy, 8. — Delesse, 9. — Cazalis de Fondouce, 9. — Malavialle, 9. — Emile Bonnet, 9. — Service hydrographique de la Marine, 10. — Gourret, 10. — Pavillard, 10.

II. — TOPOGRAPHIE ET BATHYMÉTRIE.

A. Esquisse géologique du bassin versant	11
B. Formation de l'étang de Thau	13
Appareil littoral, p. 13. — Ancienne limite du continent, 14. — Comblement des lagunes, 14. — Caractères particuliers de l'étang de Thau, 14. — Modifications de son bord continental, 15. — Consolidation et changements du cordon littoral, 16.	
C. Contours actuels	18
Dimensions, p. 18. — Divisions, 18. — Eaux-Blanches, 18. — Crique de l'Angle, 19. — Grand Etang, 19. — Falaises côtières, 19. — Les Graux, 20. — Le cordon littoral, 21.	
D. Bathymétrie	22
Modifications futures de l'étang, p. 23.	

III. — LITHOLOGIE.

A. Historique	25
Etudes de Pouget, Mercadier et Régy sur l'appareil littoral, p. 25. — Analyses de Delesse, 26. — Service hydrographique de la Marine, 27. — Travaux de Gourret et de Pavillard, 28.	
B. Récolte des échantillons et méthodes d'analyse	28
Instruments employés, p. 29. — Classification Thoulet, 29. — Analyse mécanique, 30. — Analyse chimique : carbonate de chaux, soufre, phosphore, ammoniac, traitement par l'alcool et par l'éther, 30. — Analyse minéralogique, 32. — Détermination des organismes, 34.	
C. Analyses	34
D. Constitution lithologique des environs de l'Etang	122
Conclusions des analyses des roches sédimentaires, p. 122. — Calcaire, état sous lequel il parvient à l'étang, 122. — Séparation mécanique des éléments sur les bords de l'étang, 123. — Composition minéralogique, 124. — Le massif basaltique d'Agde, 124. — Constitution et origine du cordon littoral, 125.	
E. Carte lithologique	127
Eaux-Blanches, p. 127. — Crique de l'Angle, 128. — Grand Etang, 128. — Partie méridionale du Grand Etang, 129. — Comparaison avec l'étang de Berre, 129. — Répartition du gravier, 129 ; du sable, 130 ; de la vase, 132. — Répartition des grains après attaque à l'acide, 132. — Distribution des lourds, 133. — Distribution des éléments légers attirables, 134. — Répartition du calcaire, 134. — Sulfures, 136 ; attaque du carbonate de chaux sous l'influence des sulfures, 137. — Phosphates, 139. — Matières azotées, 140. — Traitement par l'alcool et par l'éther, 142. — Conclusions de l'analyse minéralogique, 143. — Les Cadoules, 145. — Considérations générales sur les sédiments de l'étang de Thau ; action des organismes, 148.	

IV. — LES EAUX.

A. Conditions météorologiques	149
Insolation, nébulosité, p. 149. — Température, 149. — Etat hygrométrique, 150. — Pression atmosphérique, 150. — Régime des vents, 150. — Pluies, 151. — Apports d'eaux douces et d'eaux saumâtres, 151. — Evaporation, 153.	
B. Les eaux marines et les courants devant Cette	155
Résultante générale des courants côtiers, p. 155. — Courants à diverses profondeurs, 155. — Distribution des températures et des densités en mer devant Cette, 156.	
C. Courants des canaux de Cette	157
<i>Historique</i>	
<i>Causes des courants</i>	
Différences de densité, impossibilité d'un équilibre véritable, p. 159.	
Différences de niveau entre la mer et l'étang, p. 159. — Variations du niveau de la Méditerranée, 159; marées, 159; vibrations de la mer, 160; influence des variations de la pression atmosphérique et des vents, 160; influence des variations de densité, 161. — Variations du niveau de l'étang, 161.	
<i>Vitesse des courants. Etat actuel des canaux. Vitesses calculées</i>	
<i>Mesures</i>	
Différences entre la vitesse au fond et à la surface, p. 164.	
<i>Régime des courants</i>	
Courants de marée, p. 169. — Périodes de mistral, 169. — Périodes de vents marins, 170.	
<i>Effets des courants</i>	
D. Les eaux de l'Étang	173
Température, p. 173. — Densité, 176. — Composition chimique, 178. — Coloration, 179. — Transparence, 179.	
E. La source de la Bise	181
Historique, p. 181. — Topographie, 182. — Température, 183. — Composition de l'eau, 184. — Origine de la source, 186. — Nature du fond, 188.	
F. Régime hydrographique de l'étang de Thau	189

V. — ÊTRES VIVANTS ET PRODUITS DE L'ÉTANG DE THAU.

A. Flore et faune	190
<i>Caractères généraux</i> , p. 190. — Localisation des espèces méditerranéennes, 190. — Action de la densité, de la température, de la composition chimique de l'eau, de la nature du fond, 190. — Espèces méditerranéennes, variétés naines, formes atlantiques, formes saumâtres, 192.	
<i>Flore</i>	
Phytobenthos, p. 193. — Phytoplankton, 194.	
<i>Faune</i>	
Zoobenthos, p. 195. — Zooplankton, 199. — Nekton, 200.	
B. Les pêches	201
Rendement, p. 201. — Poissons, 202. — Huîtres et Clovisses, 202.	
C. Les salines	203
Salins de Villeroi, du Quinzième, de Mèze, de Bagnas, p. 203. — Mode d'exploitation, 204. — Produit, 204.	
CONCLUSIONS	205

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté :

BOTANIQUE

Les Algues marines au point de vue de leur distribution géographique.

ZOOLOGIE

Les faunes d'eaux saumâtres.

Vu et approuvé :

Nancy, le 20 décembre 1909.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

G. FLOQUET

Vu et permis d'imprimer :

Nancy, le 22 décembre 1909.

Le Recteur de l'Université de Nancy,

CH. ADAM

Correspondant de l'Institut.



